Partie K : Module FONDPROF

K.1. INTRODUCTION 5

K.2. ASPECTS THEORIQUES 5

K.2.1. Etats limites de portance 5
K.2.1.1. Charge limite Q_l 5
K.2.1.2. Charge de fluage Q_c 6

K.2.2. Classification des pieux 6

K.2.3. Géométrie 7

K.2.4. Calcul de q_p et q_s à partir des résultats pressiométriques PMT 7
K.2.4.1. Contrainte limite en pointe q_p 7
K.2.4.2. Frottement latéral unitaire limite q_s 8

K.2.5. Calcul de q_p et q_s à partir des résultats du pénétromètre statique CPT 11
K.2.5.1. Contrainte limite en pointe q_p 11
K.2.5.2. Frottement latéral unitaire limite q_s 12

K.2.6. Capacité portante ELS / ELU 14
K.2.6.1. Formulation 14
K.2.6.2. Cas d'un pieu travaillant en compression 14
K.2.6.3. Cas d'un pieu travaillant en traction 15

K.3. MANUEL D'UTILISATION 16

K.3.1. Gestion des pieux 16

K.3.2. Onglet "Paramètres" 17
K.3.2.1. Cadre "Contexte du calcul" 18
K.3.2.2. Cadre "Géométrie du pieu" 20
K.3.2.3. Cadre "Système de pondération" 20

K.3.3. Onglet "Couches" 23
K.3.3.1. Cadre "Définition des couches de sol" 23
K.3.3.2. Aides et Assistants 25
K.3.3.3. Importation de données 32

K.3.4. Onglet "Calculs" 35

K.3.5. Calcul et résultats 36
K.3.5.1. Calcul 36
K.3.5.2. Résultats 36

K.4. EXEMPLES DE CALCUL 40

K.4.1. Exemple 1 40
K.4.1.1. Calcul de la portance pour une profondeur de pieu donnée 40
K.4.1.2. Calcul de la portance pour une contrainte dans le pieu donnée 49

K.4.2. Exemple 2 52
K.4.2.1. Saisie des données 52
K.4.2.2. Onglet "Paramètres" 53
K.4.2.3. Onglet "Couches" 54
K.4.2.4. Onglet "Calcul" 58
K.4.2.5. Calculs et résultats 58

TABLE DES FIGURES

Figure K.1 : Module FONDPROF - Courbe de chargement axial d'un pieu 5
Figure K.2 : Choix de A et P pour le cas d'une section non circulaire 7
Figure K.3 : Courbes $f_{sol}(p_l)$ - méthode pressiométrique (Annexe F - NF P 94 262) 10
Figure K.4 : Courbes $f_{sol}(q_c)$ - méthode pénétrométrique (Annexe G - NF P 94 262) 13
Figure K.5 : Gestion des pieux dans le module Fondprof 16
Figure K.6 : Onglet "Paramètres" – Exemples de zones de saisie 17
Figure K.7 : Principe du traitement des données par couches 18
Figure K.8 : Principe du traitement des données par mesures 19
Figure K.9 : Utilisation proscrite du traitement par mesures dans le cas de valeurs moyennes par couche 19
Figure K.10 : Géométrie du pieu : données à saisir 20
Figure K.11 : Figure d'aide : Section de calcul 20
Figure K.12 : EC7 – Norme NF.P 94-262 : Détails sur les pondérations 22
Figure K.13 : Onglet "Paramètres" – Exemples de tableaux de saisie 23
Figure K.14 : Onglet "Couches" – Assistants EC7 25
Figure K.15 : Assistant q_{sl} – EC7 – A partir des résultats pressiométriques 25
Figure K.16 : Assistant k_{pmax} – EC7 26
Figure K.17 : Assistant automatique q_{sl} et k_{pmax} – EC7 – A partir des résultats pressiométriques 27
Figure K.18 : Assistant q_{sl} – EC7 – A partir des résultats pénétrométriques 27
Figure K.19 : Assistant pour k_{cmin} et k_{cmax} 28
Figure K.20 : Assistant automatique pour q_s, k_{cmin} et k_{cmax} – EC7 – A partir des résultats pénétrométriques 28
Figure K.21 : Assistant q_s (Fascicule 62) pour un sol de type "Argile, Limons fermes" 29
Figure K.22 : Assistant k_p (Fascicule 62) pour un sol de type "Argile, Limons mous" 29
Figure K.23 : Figure d'aide : Classification conventionnelle des sols 30
Figure K.24 : Figure d'aide : Valeurs du facteur de portance k_p 31
Figure K.25 : Figure d'aide : Frottement q_s 31
Figure K.26 : Figure d'aide : Classification des pieux 32
Figure K.27 : Aide : Valeurs du facteur de portance k_c 32
Figure K.28 : Assistant d'importation des données 33
Figure K.29 : Assistant de modification de table 33
Figure K.30 : Format de feuille de calcul à importer (cadre règlementaire EC7 – dimensionnement pressiométrique) 34
Figure K.31 : Format de feuille de calcul à importer (cadre règlementaire EC7 – dimensionnement pénétrométrique) 34

Figure K.32 : Format de feuille de calcul à importer (autres cadres règlementaires – dimensionnement pressiométrique)....34
Figure K.33 : Format de feuille de calcul à importer (autres cadres règlementaires – dimensionnement pénétrométrique)....35
Figure K.34 : Critère de calcul : Charge imposée en tête....35
Figure K.35 : Critère de calcul : Contrainte imposée en tête....35
Figure K.36 : Critère de calcul : Longueur imposée....36
Figure K.37 : Fenêtre des résultats....37
Figure K.38 : Résultats numériques formatés (cas du cadre règlement EC7)....38
Figure K.39 : Tableau de résultats (cas du cadre règlement EC7)....38
Figure K.40 : Courbes de portance superposées (cas du cadre règlement EC7)....39

TABLE DES TABLEAUX

Tableau K.1 : Classification des pieux (Annexe A – NF P 94 262)....6
Tableau K.2 : Facteur de portance pressiométrique k_{pmax} pour $D_{ef} > 5$ B (Annexe F - NF P 94 262)....8
Tableau K.3 : Valeurs de q_s^{max} – méthode pressiométrique (Annexe F - NF P 94 262)....9
Tableau K.4 : Valeurs du paramètre $\alpha_{pieu-sol}$ - méthode pressiométrique (Annexe F - NF P 94 262)....10
Tableau K.5 : Facteur de portance pénétrométrique k_{cmax} pour $D_{ef} > 5$ B (Annexe G - NF P 94 262)....11
Tableau K.6 : Valeurs de q_s^{max} – méthode pénétrométrique (Annexe G - NF P 94 262)....12
Tableau K.7 : Valeurs du paramètre $\alpha_{pieu-sol}$ - méthode pénétrométrique (Annexe G - NF P 94 262)....13
Tableau K.8 : Valeurs de F_{qs} et F_{qp} pour un pieu travaillant en compression....14
Tableau K.9 : Valeurs de F_{qs} et F_{qp} pour un pieu travaillant en traction....15
Tableau K.10 : Champs du cadre "Système de pondération" : conditions d'affichage....21
Tableau K.11 : Pondérations combinées Q_s – Q_p....22
Tableau K.12 : Données des couches de sol'....24
Tableau K.13 : Conditions d'affichage des classes de sol (cadre règlementaire EC7)....24
Tableau K.14 : Critères de calcul....36

K.1. Introduction

Le module Fondprof est destiné au calcul de portance d'un pieu isolé selon la norme en vigueur NF P 94 262. Il permet également le calcul selon les anciennes règles du Fascicule 62 ou du DTU 13.2 (conservées uniquement à titre indicatif).

K.2. Aspects théoriques

Le module Fondprof est un programme de calcul qui permet de prévoir la charge limite Q_l, ainsi que les charges maximales autorisées sous sollicitations ELU et ELS à partir des résultats d'essais pressiométriques ou pénétrométriques. Il est basé sur les concepts et formulations recommandés par les règlements aux états limites en vigueur en France (actuellement la norme NF P 94 262, qui remplace les dispositions du Fascicule 62-Titre V du CCTG et celles du DTU 13.2). Les chapitres suivants précisent la méthodologie retenue pour l'évaluation des charges, ainsi que les différentes grandeurs et notations.

Au sens de la norme NF P 94 262, la procédure de calcul appliquée par Fondprof s'apparente à la procédure du « **modèle de terrain** ».

K.2.1. Etats limites de portance

K.2.1.1. Charge limite Q_l

Considérons un pieu dont la base est située à la profondeur D dans un sol homogène (Figure K.1). Ce pieu, dont on néglige le poids, est chargé axialement en tête par une charge Q. Au moment de la rupture, la charge Q_l est équilibrée par les réactions limites du sol suivantes :

- Résistance unitaire du sol sous la pointe q_p, conduisant à la charge limite de pointe : $Q_p = q_p.A$ avec A section droite de la pointe ;
- Résistance q_{sl} due au frottement du sol sur la surface latérale du pieu ; si q_s est le frottement latéral unitaire limite, la charge limite par frottement latéral est : $Q_s = q_s.P.D$ avec P périmètre de forage du pieu.

Et l'on a : $$Q_l = Q_p + Q_s$$

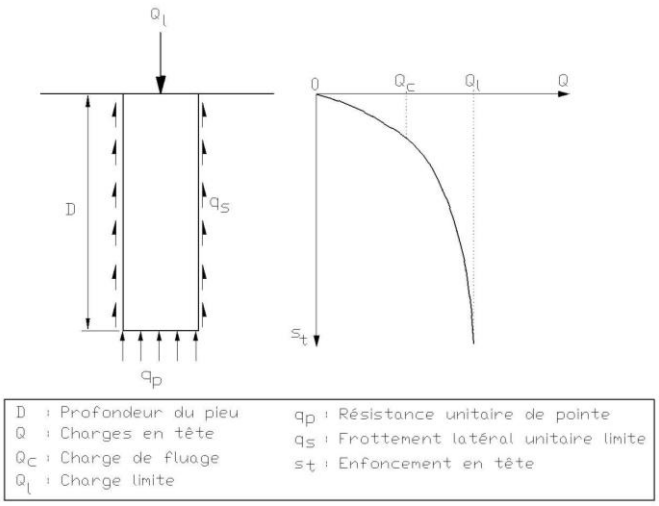


Figure K.1 : Module FONDPROF - Courbe de chargement axial d'un pieu

K.2.1.2. Charge de fluage Q_c

La courbe représentant la charge appliquée au pieu en fonction de l'enfoncement présente une partie sensiblement linéaire se limitant à une charge Q_c appelée charge de fluage (Figure K.1). Pour les charges supérieures à Q_c, l'enfoncement du pieu ne se stabilise plus dans le temps, à charge constante.

De nombreux essais de chargement de pieux en vraie grandeur effectués par les laboratoires des Ponts et Chaussées ont permis d'établir des corrélations entre la charge de fluage Q_c et les charges limites de pointe Q_p et de frottement latéral Q_s. Ces corrélations sont différentes suivant le mode de mise en place du pieu dans le sol. Il est retenu les relations suivantes :

- pour les pieux mis en œuvre avec refoulement du sol : $Q_c = 0{,}7Q_s + 0{,}7Q_p$
- pour les pieux mis en œuvre sans refoulement du sol : $Q_c = 0{,}7Q_s + 0{,}5Q_p$

Les méthodes de dimensionnement données aux paragraphes suivants visent à déterminer la charge limite Q_l. La charge de fluage Q_c en sera déduite par ces formules empiriques, sauf dans le cas de l'essai de chargement statique, où elle pourra être évaluée directement.

K.2.2. Classification des pieux

Le tableau suivant présente la classification des pieux appliquée par Fondprof conformément à la norme NF P 94 262. Au total, les pieux sont classés selon 8 classes et 20 catégories.

Classe	Catégorie	Technique de mise en œuvre		Norme de référence
1	1	Foré simple (pieux et barrettes)	**Abréviation** FS	NF EN 1536
	2	Foré boue (pieux et barrettes)	FB	
	3	Foré tubé (virole perdue)	FTP	
	4	Foré tubé (virole récupérée)	FTR	
	5	Foré simple ou boue avec rainurage ou puits	FSR, FBR, PU	
2	6	Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation	FTC, FTCD	NF EN 1536
3	7	Vissé moulé	VM	NF EN 12699
	8	Vissé tubé	VT	
4	9	Battu béton préfabriqué ou précontraint	BPF, BPR	NF EN 12699
	10	Battu enrobé (béton - mortier - coulis)	BE	
	11	Battu moulé	BM	
	12	Battu acier fermé	BAF	
5	13	Battu acier ouvert	BAO	NF EN 12699
6	14	Profilé H battu	HB	NF EN 12699
	15	Profilé H battu injecté	HBi	
7	16	Palplanches battues	PP	NF EN 12699
1 bis	17	Micropieu type I	M1	NF EN 1536/14199/12699
	18	Micropieu type II	M2	
8	19	Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)	PIGU, MIGU	
	20	Pieu ou micropieu injecté mode IRS (type IV)	PIRS, MIRS	

Tableau K.1 : Classification des pieux (Annexe A – NF P 94 262)

K.2.3. Géométrie

Le pieu est caractérisé géométriquement à l'aide des paramètres suivants :

- Section en pointe notée « A » ;
- Périmètre du fût noté « P ».

On désigne par B le diamètre du pieu en pointe. Dans le cas d'une section non circulaire, la valeur de B se déduit de la section A à l'aide de la relation :

$$B = 2\sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

Pour les pieux de section non circulaire, les valeurs de A et P sont celles indiquées dans la figure ci-dessous.

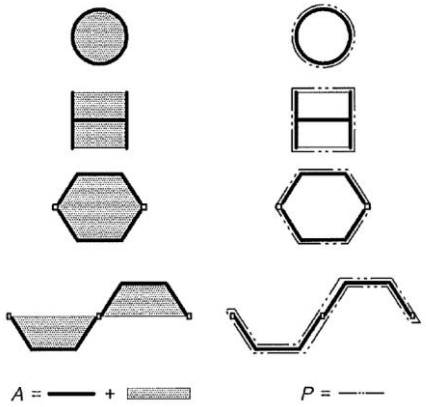


Figure K.2 : Choix de A et P pour le cas d'une section non circulaire

K.2.4. Calcul de q_p et q_s à partir des résultats pressiométriques PMT

K.2.4.1. Contrainte limite en pointe q_p

La contrainte limite en pointe d'un pieu isolé s'exprime à l'aide de la relation suivante :

$$\mathbf{q_p = k_p.p_{le}^*}$$

- La pression limite équivalente en pointe p_{le}^* s'obtient par la relation :

$$p_{le}^* = \frac{1}{b+3a}\int_{D-b}^{D+3a} p_l^*(z)dz \qquad \text{avec} \quad \begin{cases} a = \max\left(\frac{B}{2}, 0{,}5\text{m}\right) \\ b = \min(h, a) \end{cases}$$

  Où « h » désigne la profondeur d'ancrage du pieu dans la couche porteuse.

- Le facteur de portance pressiométrique k_p s'exprime à l'aide de la relation :

$$k_p = \min\left(1 + (k_{p\max} - 1)\frac{D_{ef}}{5B}, k_{p\max}\right) \quad \text{avec} \quad D_{ef} = \frac{1}{p_{le}^*}\int_{D-10B}^{D} p_l^*(z)dz$$

  D_{ef} est appelée profondeur d'encastrement équivalente. Les valeurs de $k_p = k_{pmax}$ pour $D_{ef} > 5B$ sont précisées dans la figure suivante. Il est à noter que ces valeurs incluent déjà les coefficients réducteurs ρ_p usuellement appliqués pour des profilés ouverts.

Terrain / Classe de pieu (c)	Argile % CaCO3 < 30% Limon Sols intermédiaires	Sols intermédiaires Sable Grave	Craie	Marne et calcaire-marneux	Roche altérée et fragmentée (a)
1	1,15 (b)	1,1 (b)	1,45 (b)	1,45 (b)	1,45 (b)
2	1,3	1,65	1,6	1,6	2,0
3	1,55	3,2	2,35	2,10	2,10
4	1,35	3,1	2,30	2,30	2,30
5 #	1,0	1,9	1,4	1,4	1,2
6 #	1,20	3,10	1,7	2,2	1,5
7 #	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2
8	1,15 (b)	1,1 (b)	1,45 (b)	1,45 (b)	1,45 (b)

Tableau K.2 : Facteur de portance pressiométrique k_{pmax} pour $D_{ef} > 5$ B (Annexe F - NF P 94 262)

Nota : se référer à l'annexe F de la norme NF P 94 262 pour les points (a), (b), (c) et #.

K.2.4.2. Frottement latéral unitaire limite q_s

Le frottement latéral limite q_s mobilisable dans une couche donnée s'exprime à l'aide de la relation suivante :

$$\mathbf{q_s = min\ (q_s^{max}\ ,\ \alpha_{pieu\text{-}sol}\ x\ f_{sol})}$$

- q_s^{max} désigne le frottement maximal pouvant être mobilisé pour un type de sol et une catégorie de pieu donnés. Les valeurs de q_s^{max} sont précisées dans le Tableau K.3. Notons que ces valeurs incluent déjà les coefficients réducteurs ρ_s usuellement appliqués pour des profilés ouverts.
- $\alpha_{pieu\text{-}sol}$ est un paramètre adimensionnel qui dépend à la fois du type du pieu et du type du sol. Ses valeurs sont précisées dans le Tableau K.4.
- f_{sol} est fonction de la résistance intrinsèque du sol représentée ici par la pression limite. La valeur de f_{sol} s'obtient par corrélation avec la pression limite selon les courbes de la Figure K.3.

N°	Abréviation	Technique de mise en œuvre	Valeurs en kPa				
			Argile % CaCO3 < 30% Limon Sols intermédiaires	Sols intermédiaires Sable Grave	Craie	Marne et Calcaire-Marneux	Roche altérée ou fragmentée
1	FS ##	Foré simple (pieux et barrettes)	90	90	200	170	200
2	FB ##	Foré boue (pieux et barrettes)	90	90	200	170	200
3	FTP	Foré tubé (virole perdue)	50	50	50	90	—
4	FTR	Foré tubé (virole récupérée)	90	90	170	170	—
5	FSR, FBR, PU ##	Foré simple ou boue avec rainurage ou puits	90	—	—	—	—
6	FTC, FTCD	Foré tarière continue simple rotation ou double rotation	90	170	200	200	200
7	VM	Vissé moulé	130	200	170	170	—
8	VT	Vissé tubé	50	90	90	90	—
9	BPF**, BPR**	Battu béton préfabriqué ou précontraint	130	130	90	90	—
10	BE**	Battu enrobé (béton – mortier – coulis)	170	260	200	200	—
11	BM**	Battu moulé	90	130	260	200	—
12	BAF**	Battu acier fermé	90	90	50	90	—
13	BAO** #	Battu acier ouvert	90	50	50	90	90
14	HB** #	H battu	90	130	50	90	90
15	HBi**	H battu injecté IGU ou IRS	200	380	320	320	320
16	PP** #	Palplanches battues	90	50	50	90	90
17	M1	Micropieu type I	—	—	—	—	—
18	M2	Micropieu type II	—	—	—	—	—
19	PIGU, MIGU	Pieu ou micropieu injecté (type III)	200	380	320	320	320
20	PIRS, MIRS	Pieu ou micropieu injecté (type IV)	200	440	440	440	500

Tableau K.3 : Valeurs de q_s^{max} – méthode pressiométrique (Annexe F - NF P 94 262)

N°	Abréviation	Technique de mise en œuvre	Argile % CaCO3 < 30% Limon Sols intermédiaires	Sols intermédiaires Sable Grave	Craie	Marne et Calcaire-Marneux	Roche altérée ou fragmentée
1	FS ##	Foré simple (pieux et barrettes)	1,1	1	1,8	1,5	1,6
2	FB ##	Foré boue (pieux et barrettes)	1,25	1,4	1,8	1,5	1,6
3	FTP	Foré tubé (virole perdue)	0,7	0,6	0,5	0,9	—
4	FTR	Foré tubé (virole récupérée)	1,25	1,4	1,7	1,4	—
5	FSR, FBR, PU ##	Foré simple ou boue avec rainurage ou puits	1,3	—	—	—	—
6	FTC, FTCD (c)	Foré tarière continue simple rotation ou double rotation	1,5	1,8	2,1	1,6	1,6
7	VM	Vissé moulé	1,9	2,1	1,7	1,7	—
8	VT	Vissé tubé	0,6	0,6	1	0,7	—
9	BPF**, BPR**	Battu béton préfabriqué ou précontraint	1,1	1,4	1	0,9	—
10	BE**	Battu enrobé (béton – mortier – coulis)	2	2,1	1,9	1,6	—
11	BM**	Battu moulé	1,2	1,4	2,1	1	—
12	BAF**	Battu acier fermé	0,8	1,2	0,4	0,9	—
13	BAO** #	Battu acier ouvert	1,2	0,7	0,5	1	1
14	HB** #	H battu	1,1	1	0,4	1	0,9
15	HBi**	H battu injecté IGU ou IRS	2,7	2,9	2,4	2,4	2,4
16	PP** #	Palplanches battues	0,9	0,8	0,4	1,2	1,2
17	M1	Micropieu type I	—	—	—	—	—
18	M2	Micropieu type II	—	—	—	—	—
19	PIGU, MIGU	Pieu ou micropieu injecté (type III)	2,7	2,9	2,4	2,4	2,4
20	PIRS, MIRS	Pieu ou micropieu injecté (type IV)	3,4	3,8	3,1	3,1	3,1

Tableau K.4 : Valeurs du paramètre $\alpha_{pieu\text{-}sol}$ - méthode pressiométrique (Annexe F - NF P 94 262)

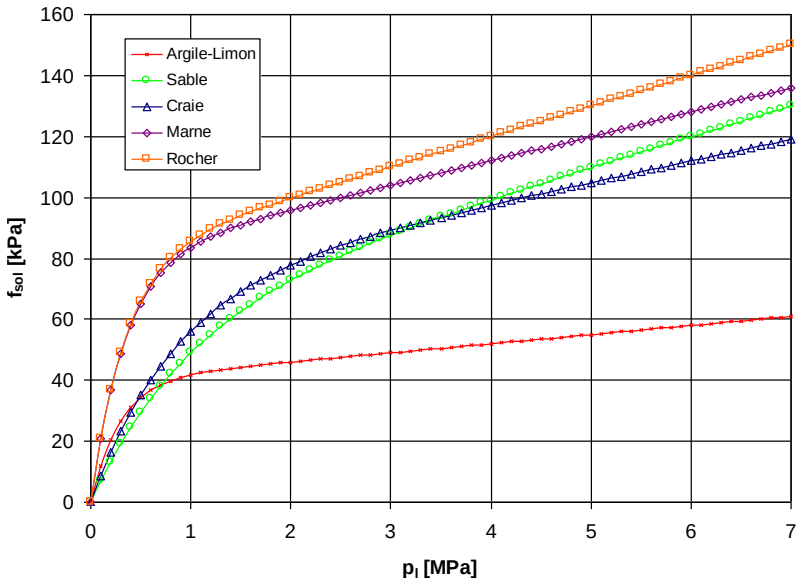


Figure K.3 : Courbes $f_{sol}(p_l)$ - méthode pressiométrique (Annexe F - NF P 94 262)

Nota : se référer à l'annexe F de la norme NF P 94 262 pour les points (a), (b), (c), # et ##.

K.2.5. Calcul de q_p et q_s à partir des résultats du pénétromètre statique CPT

K.2.5.1. Contrainte limite en pointe q_p

La contrainte limite en pointe d'un pieu isolé s'exprime à l'aide de la relation suivante :

$$q_p = k_c . q_{ce}$$

- La résistance en pointe équivalente q_{ce} s'obtient (après lissage) à l'aide de la relation :

$$q_{ce} = \frac{1}{b+3a} \int_{D-b}^{D+3a} q_{cc}(z)dz \qquad \text{avec} \quad \begin{cases} a = \max\left(\frac{B}{2}, 0{,}5\text{m}\right) \\ b = \min(h, a) \end{cases}$$

  Où « h » désigne la profondeur d'ancrage du pieu dans la couche porteuse.

- Le facteur de portance pénétrométrique k_c s'exprime à l'aide de la relation :

$$k_c = \min\left(k_{c\min} + (k_{c\max} - k_{c\min})\frac{D_{ef}}{5B}, k_{c\max} \right) \quad \text{avec} \quad D_{ef} = \frac{1}{q_{ce}} \int_{D-10B}^{D} q_c(z)dz$$

  D_{ef} est appelée profondeur d'encastrement équivalente. Le facteur de portance pour un encastrement nul $k_c = k_{cmin}$ est pris égal à :

  - ✓ 0,30 pour un sol argileux ;
  - ✓ 0,20 pour un sol intermédiaire ;
  - ✓ 0,10 pour un sable et grave ;
  - ✓ 0,15 pour une craie, une marne ou une roche altérée.

  Les valeurs de $k_c = k_{cmax}$ pour $D_{ef} > 5$ B sont précisées dans la figure suivante. Il est à noter que ces valeurs incluent les coefficients réducteurs ρ_p usuellement appliqués pour des profilés ouverts.

Terrain / Classe de pieu (c)	Argile % CaCO3 < 30% Limon	Sol intermédiaire	Sable Grave	Craie	Marne et Calcaire-Marneux	Roche altérée ou fragmentée (a)
1	0,4 (b)	0,3 (b)	0,2 (b)	0,3 (b)	0,3 (b)	0,3 (b)
2	0,45	0,3	0,25	0,3	0,3	0,3
3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,35	0,35
4	0,45	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
5 #	0,35	0,3	0,25	0,15	0,15	0,15
6 #	0,4	0,4	0,4	0,35	0,2	0,2
7 #	0,35	0,25	0,15	0,15	0,15	0,15
8	0,45 (b)	0,3 (b)	0,2 (b)	0,3 (b)	0,3 (b)	0,25 (b)

Tableau K.5 : Facteur de portance pénétrométrique k_{cmax} pour $D_{ef} > 5$ B (Annexe G - NF P 94 262)

Nota : se référer à l'annexe G de la norme NF P 94 262 pour les points (a), (b), (c) et #.

K.2.5.2. Frottement latéral unitaire limite q_s

Le frottement latéral limite q_s mobilisable dans une couche donnée s'exprime à l'aide de la relation suivante :

$$q_s = \min (q_s^{max}, \alpha_{pieu\text{-}sol} \times f_{sol})$$

- q_s^{max} désigne le frottement maximal pouvant être mobilisé pour un type de sol et une catégorie de pieu donnés. Les valeurs de q_s^{max} sont précisées dans le Tableau K.6. Notons que ces valeurs incluent les coefficients réducteurs ρ_s usuellement appliqués pour des profilés ouverts.
- $\alpha_{pieu\text{-}sol}$ est un paramètre adimensionnel qui dépend à la fois du type du pieu et du type du sol. Ses valeurs sont précisées dans le Tableau K.7.
- f_{sol} est fonction de la résistance intrinsèque du sol représentée ici par la résistance en pointe q_c. La valeur de f_{sol} s'obtient par corrélation avec q_c selon les courbes de la Figure K.4.

N°	Abréviation	Technique de mise en œuvre	Argile % $CaCO_3$< 30 % Limon	Sols intermédiaires	Sable Grave	Craie	Marne et Calcaire-Marneux	Roche altérée ou fragmentée
1	FS ##	Foré simple (pieux et barrettes)	90	90	90	200	170	200
2	FB ##	Foré boue (pieux et barrettes)	90	90	90	200	170	200
3	FTP	Foré tubé (virole perdue)	50	50	50	50	90	___
4	FTR	Foré tubé (virole récupérée)	90	90	90	170	170	___
5	FSR, FBR, PU ##	Foré simple ou boue avec rainurage ou puits	90	90	___	___	___	___
6	FTC, FTCD	Foré tarière continue simple rotation ou double rotation	90	90	170	200	200	200
7	VM	Vissé moulé	130	130	200	170	170	___
8	VT	Vissé tubé	50	50	90	90	90	___
9	BPF**, BPR**	Battu béton préfabriqué ou précontraint	130	130	130	90	90	___
10	BE**	Battu enrobé (béton - mortier - coulis)	170	170	260	200	200	___
11	BM**	Battu moulé	90	90	130	260	200	___
12	BAF**	Battu acier fermé	90	90	90	50	90	___
13	BAO** #	Battu acier ouvert	90	90	50	50	90	90
14	HB** #	H battu	90	90	130	50	90	90
15	HBi**	H battu injecté IGU ou IRS	200	200	380	320	320	320
16	PP** #	Palplanches battues	90	90	50	50	90	90
17	M1	Micropieu type I	___	___	___	___	___	___
18	M2	Micropieu type II	___	___	___	___	___	___
19	PIGU, MIGU	Pieu ou micropieu injecté (type III)	200	200	380	320	320	320
20	PIRS, MIRS	Pieu ou micropieu injecté (type IV)	200	200	440	440	440	500

Tableau K.6 : Valeurs de q_s^{max} – méthode pénétrométrique (Annexe G - NF P 94 262)

N°	Abréviation	Technique de mise en œuvre	Argile % CaCO3 < 30% Limon	Sols intermédiaires	Sable Grave	Craie	Marne et Calcaire-Marneux	Roche altérée ou fragmentée
1	FS ##	Foré simple (pieux et barrettes)	0,55	0,65	0,70	0,80	1,40	1,50
2	FB ##	Foré boue (pieux et barrettes)	0,65	0,80	1,00	0,80	1,40	1,50
3	FTP	Foré tubé (virole perdue)	0,35	0,40	0,40	0,25	0,85	—
4	FTR	Foré tubé (virole récupérée)	0,65	0,80	1,00	0,75	0,13	—
5	FSR, FBR, PU ##	Foré simple ou boue avec rainurage ou puits	0,70	0,85	—	—	—	—
6	FTC, FTCD	Foré tarière continue simple rotation ou double rotation	0,75	0,90	1,25	0,95	1,50	1,50
7	VM	Vissé moulé	0,95	1,15	1,45	0,75	1,60	—
8	VT	Vissé tubé	0,30	0,35	0,40	0,45	0,65	—
9	BPF**, BPR**	Battu béton préfabriqué ou précontraint	0,55	0,65	1,00	0,45	0,85	—
10	BE**	Battu enrobé (béton – mortier – coulis)	1,00	1,20	1,45	0,85	1,50	—
11	BM**	Battu moulé	0,60	0,70	1,00	0,95	0,95	—
12	BAF**	Battu acier fermé	0,40	0,50	0,85	0,20	0,85	—
13	BAO** #	Battu acier ouvert	0,60	0,70	0,50	0,25	0,95	0,95
14	HB** #	H battu	0,55	0,65	0,70	0,20	0,95	0,85
15	HBi**	H battu injecté IGU ou IRS	1,35	1,60	2,00	1,10	2,25	2,25
16	PP** #	Palplanches battues	0,45	0,55	0,55	0,20	1,25	1,15
17	M1	Micropieu type I	—	—	—	—	—	—
18	M2	Micropieu type II	—	—	—	—	—	—
19	PIGU, MIGU	Pieu ou micropieu injecté (type III)	1,35	1,60	2,00	1,10	2,25	2,25
20	PIRS, MIRS	Pieu ou micropieu injecté (type IV)	1,70	2,05	2,65	1,40	2,90	2,90

Tableau K.7 : Valeurs du paramètre $\alpha_{pieu\text{-}sol}$ - méthode pénétrométrique (Annexe G - NF P 94 262)

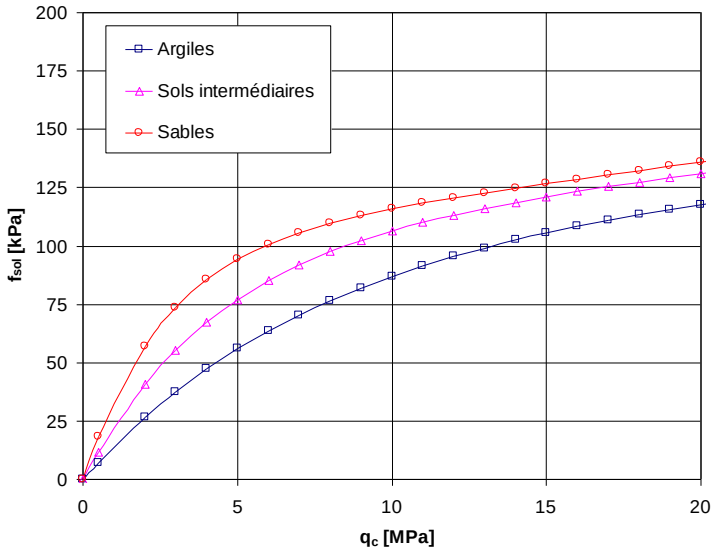


Figure K.4 : Courbes $f_{sol}(q_c)$ - méthode pénétrométrique (Annexe G - NF P 94 262)

Nota : se référer à l'annexe G de la norme NF P 94 262 pour les points (*), (**), # et ##.

K.2.6. Capacité portante ELS / ELU

K.2.6.1. Formulation

La valeur de calcul de la capacité portante d'un pieu isolé à l'ELS ou à l'ELU (vis-à-vis des états limites de mobilisation de la résistance du sol) est estimée à l'aide de relation suivante :

$$Q_d = \frac{1}{F_{qs}} P.\int_0^D q_s(z)dz + \frac{1}{F_{qp}} A.q_p$$

Où :

- F_{qs} : facteur de sécurité « combiné » appliqué sur le frottement latéral limite ;
- F_{qp} : facteur de sécurité « combiné » appliqué sur la contrainte limite en pointe.

Les valeurs de F_{qs} et F_{qp} sont obtenues en combinant plusieurs coefficients partiels :

$$F_{qs} = (\gamma_{Rd1} \times \gamma_{Rd2} \times \gamma_s) / \beta_1 \qquad F_{qp} = (\gamma_{Rd1} \times \gamma_{Rd2} \times \gamma_b) / \beta_2$$

- Les coefficients partiels de modèle γ_{Rd1} et γ_{Rd2} dépendent à la fois de la catégorie du pieu et de la méthode de calcul considérée (pressiométrique ou pénétrométrique) ;
- Les coefficients partiels de résistance γ_b (pointe) et γ_s (frottement) dépendent du mode de chargement (compression/traction) et de la combinaison d'actions (ELS permanentes ou caractéristiques, ELU fondamentales ou accidentelles) considérée ;
- Les paramètres de corrélation (pour la charge de fluage) β_1 et β_2 sont pris égaux à :
  - ✓ $\beta_1 = \beta_2 = 1,0$ à l'ELU ;
  - ✓ $\beta_1 = \beta_2 = 0,7$ à l'ELS pour des pieux refoulant le sol ;
  - ✓ $\beta_1 = 0,7$ et $\beta_2 = 0,5$ à l'ELS pour des pieux ne refoulant pas le sol.

Les valeurs de $q_s(z)$ et q_p sont obtenues selon la démarche décrite dans les chapitres K.2.4 et K.2.5.

K.2.6.2. Cas d'un pieu travaillant en compression

Les valeurs de F_{qs} et F_{qp} pour un pieu travaillant en compression sont récapitulées dans le tableau ci-dessous (PMT = pressiométrique, CPT = pénétrométrique).

	Catégorie	Méthode	Ancrage dans la craie	ELS QP	ELS CARAC	ELU FOND	ELU ACC
Facteur de sécurité combiné sur Qs	1 à 9, 11 à 14 et 16	PMT	NON	1.99	1.63	1.39	1.26
			OUI	2.42	1.98	1.69	1.54
		CPT	NON	2.04	1.67	1.43	1.30
			OUI	2.51	2.05	1.75	1.59
	10, 15 et 17 à 20	--	--	3.46	2.82	2.42	2.20
Facteur de sécurité combiné sur Qp	1 à 6	PMT	NON	2.79	2.28	1.39	1.26
			OUI	3.39	2.77	1.69	1.54
		CPT	NON	2.86	2.34	1.43	1.30
			OUI	3.51	2.87	1.75	1.59
	7 à 9, 11 à 14 et 16	PMT	NON	1.99	1.63	1.39	1.26
			OUI	2.42	1.98	1.69	1.54
		CPT	NON	2.04	1.67	1.43	1.30
			OUI	2.51	2.05	1.75	1.59
	10 et 15	--	--	3.46	2.82	2.42	2.20
	17 à 20	--	--	--	--	--	--

Tableau K.8 : Valeurs de F_{qs} et F_{qp} pour un pieu travaillant en compression

K.2.6.3. Cas d'un pieu travaillant en traction

Les valeurs de F_{qs} et F_{qp} pour un pieu travaillant en traction sont récapitulées dans le tableau ci-dessous (PMT = pressiométrique, CPT = pénétrométrique).

	Catégorie	Méthode	Ancrage dans la craie	ELS QP	ELS CARAC	ELU FOND	ELU ACC
Facteur de sécurité combiné sur Qs	**1 à 9, 11 à 14 et 16**	**PMT**	**NON**	**3.30**	**2.42**	**1.77**	**1.62**
			OUI	**4.00**	**2.94**	**2.15**	**1.96**
		CPT	**NON**	**3.41**	**2.51**	**1.83**	**1.68**
			OUI	**4.13**	**3.02**	**2.21**	**2.02**
	10, 15 et 17 à 20	**--**	**--**	**4.72**	**3.46**	**2.53**	**2.31**

Tableau K.9 : Valeurs de F_{qs} et F_{qp} pour un pieu travaillant en traction

K.3. Manuel d'utilisation

On présente dans ce chapitre les paramètres nécessaires pour effectuer un calcul Fondprof, ainsi que les résultats fournis par ce module.

La fenêtre du module Fondprof est constituée de 3 onglets. Tous les onglets sont visibles.

Pour effectuer un calcul Fondprof, il est nécessaire de renseigner un certain nombre de paramètres qui seront précisés au fur et à mesure (certaines zones de saisie ne peuvent recevoir que des données ayant une signification physique).

Ce chapitre ne détaille pas l'interface utilisateurs proprement dite et ses manipulations (boutons, menus, etc) : ces aspects sont traités dans la partie C du manuel.

K.3.1. Gestion des pieux

Le module Fondprof permet de traiter un ou plusieurs pieux dans le cadre d'un projet Foxta donné, mais l'utilisateur ne peut travailler que sur un de ces pieux à la fois : le numéro du pieu "actif" est affiché au-dessus des onglets de la fenêtre de saisie des données.

- Lors de la première ouverture du module Fondprof pour un projet donné, le module comporte un seul pieu (Pieu 1/1). L'utilisateur doit donc compléter ce premier pieu, et peut ensuite, si nécessaire, créer des pieux supplémentaires (voir ci-dessous).
- Lors de l'ouverture d'un module Fondprof déjà complété, le pieu affiché par défaut est le pieu 1/n (n étant le nombre total de pieux déjà créés dans le module). Il est ensuite possible de sélectionner un autre pieu, d'ajouter des pieux ou d'en supprimer.

Figure K.5 : Gestion des pieux dans le module Fondprof

Les manipulations possibles sur les pieux dans le module Fondprof sont les suivantes :

- Ajout d'un pieu : cliquer sur le bouton : Foxta ajoute un nouveau pieu vierge au projet, indépendant du précédent, avec les mêmes champs de saisie. Son numéro sera automatiquement incrémenté.
- Duplication du pieu courant : cliquer sur le bouton : Foxta ajoute au projet un pieu identique au pieu courant. Les données sont dupliquées dans ce nouveau pieu mais elles restent modifiables.
- Suppression du pieu courant : cliquer sur le bouton .
- Passer au pieu suivant ou précédent : cliquer sur le bouton ou sur .

Comme indiqué précédemment, on ne peut "travailler" que sur un pieu à la fois : la démarche d'utilisation est donc de sélectionner le pieu voulu, compléter/modifier ses données, lancer le calcul puis afficher les résultats pour ce pieu. L'utilisateur peut ensuite sélectionner un autre pieu existant ou créer un autre pieu, et répéter ces opérations.

Les chapitres suivants décrivent l'utilisation de Fondprof pour un pieu donné.

K.3.2. Onglet "Paramètres"

Ce premier onglet comporte trois cadres distincts.

Ceux-ci affichent des champs de saisie différents en fonction :

- du choix effectué pour le champ "Cadre réglementaire" dans le cadre "Contexte du calcul" ;
- du type de section de calcul choisi dans le cadre "Géométrie du pieu" ;
- de la classe du pieu sélectionnée dans le cadre "Système de pondération".

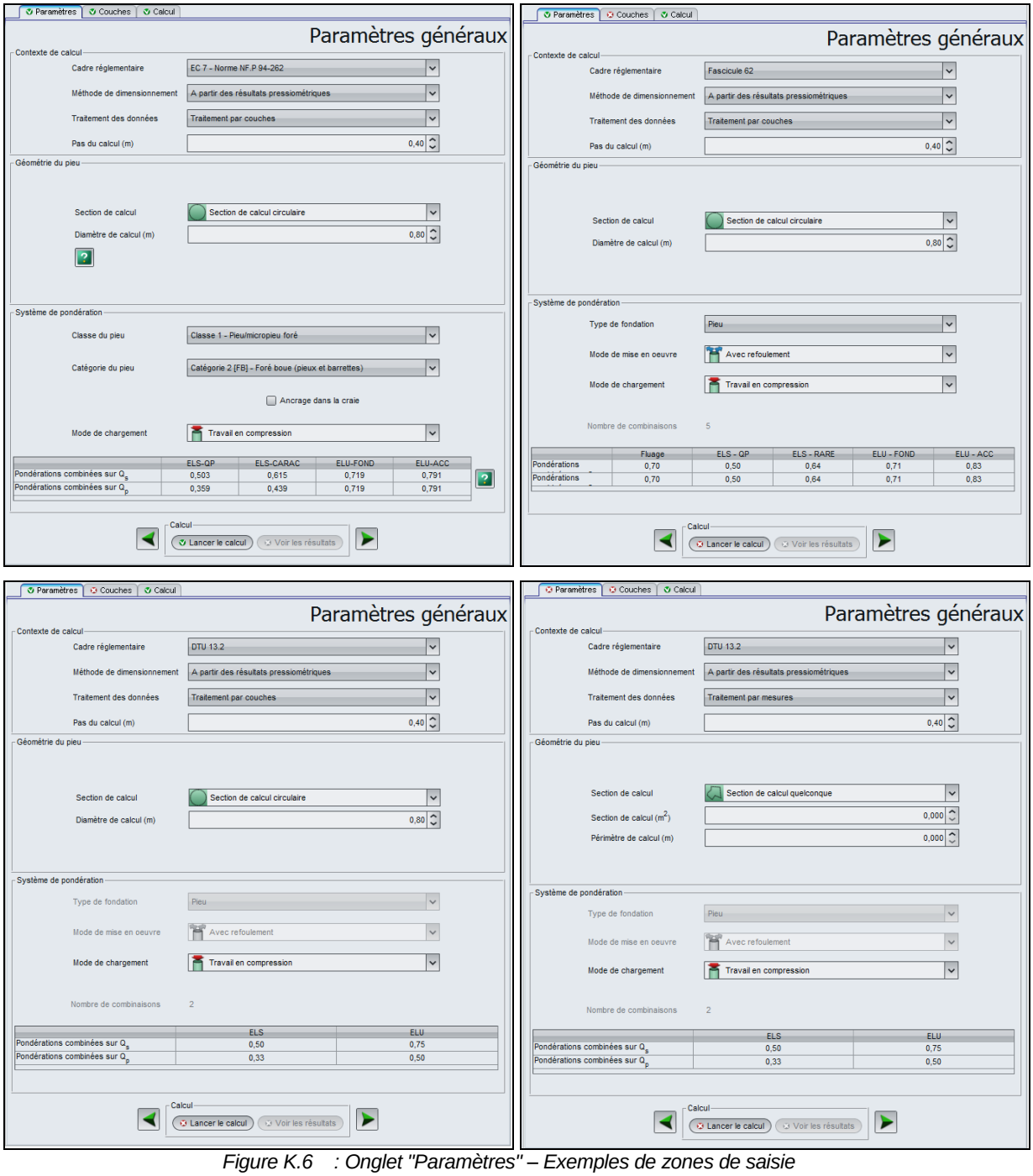


Figure K.6 : Onglet "Paramètres" – Exemples de zones de saisie

K.3.2.1. Cadre "Contexte du calcul"

K.3.2.1.1. Données à définir dans ce cadre

Ce cadre permet de définir

- le cadre réglementaire. Les choix possibles sont les suivants :
  - EC7 – Norme NF.P 94-262 (choix proposé par défaut) ;
  - Fascicule 62 ;
  - DTU 13.2 ;
  - Calcul "libre".
- la méthode de dimensionnement. Les choix possibles sont les suivants :
  - à partir des résultats pressiométriques (choix proposé par défaut) ;
  - à partir des résultats pénétrométriques.
- le traitement des données :
  - par couches (choix proposé par défaut) ;
  - par mesures.
- le pas de calcul (m) : la valeur proposée par défaut est égale à 0,5 m.

K.3.2.1.2. Traitement des données par couches / mesures

Le traitement par couches permet de rentrer une seule valeur de pression limite moyenne par couche. Ce traitement est adapté au cas d'un modèle géotechnique prédéfini par l'utilisateur. Dans ce cas, la valeur de pression limite est prise homogène sur toute la hauteur de la couche (voir exemple ci-dessous / illustration dans le cas d'un pas de calcul de 1 m).

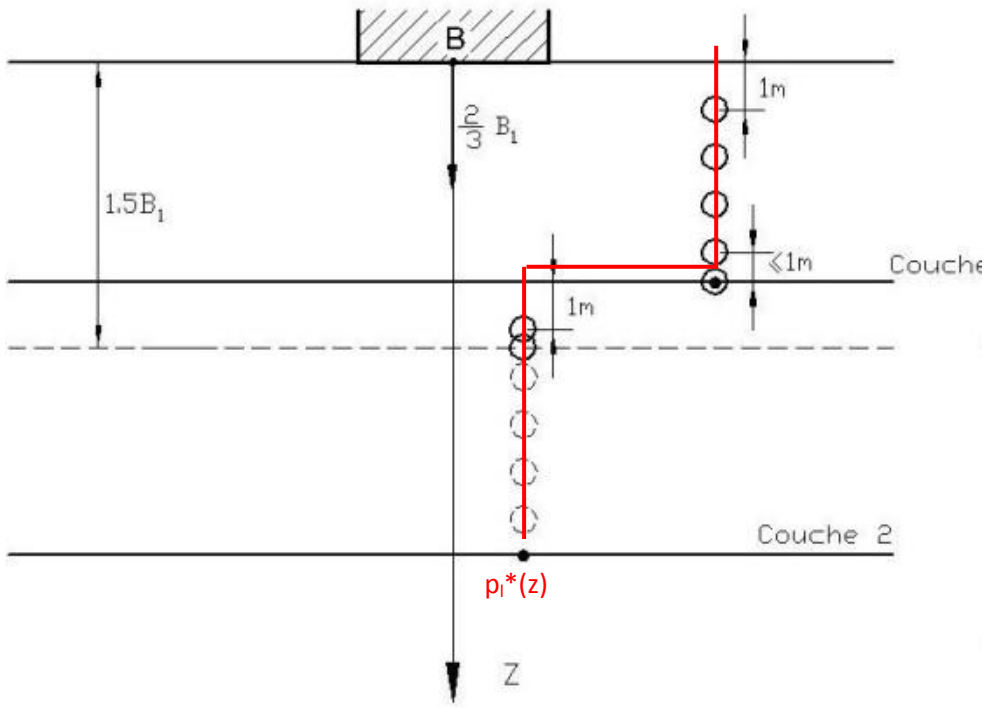


Figure K.7 : Principe du traitement des données par couches

Dans le cas du traitement par mesures, la pression limite est obtenue par interpolation entre chaque mesure saisie. Ce fonctionnement est adapté lorsque l'on dispose de mesures régulières et suffisamment proches pour obtenir une courbe réaliste en fonction de la profondeur (mesures tous les mètres par exemple).

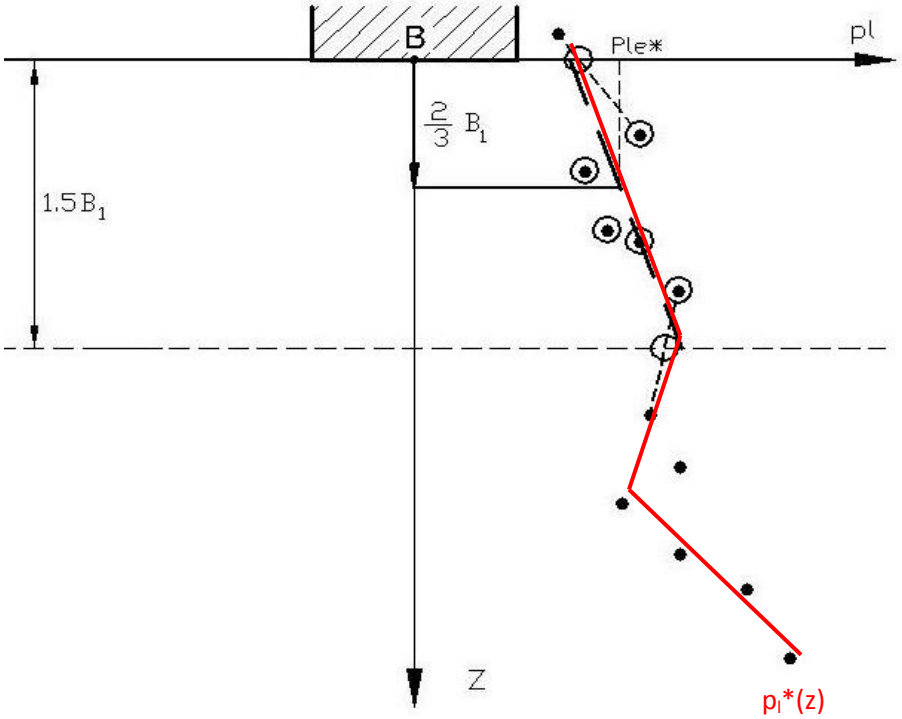


Figure K.8 : Principe du traitement des données par mesures

Le traitement par mesures ne doit pas être utilisé en rentrant uniquement une valeur moyenne par couche : les valeurs de pression limite sont alors interpolées entre deux mesures seulement sur toute la hauteur de la couche et le profil obtenu n'est pas réaliste.

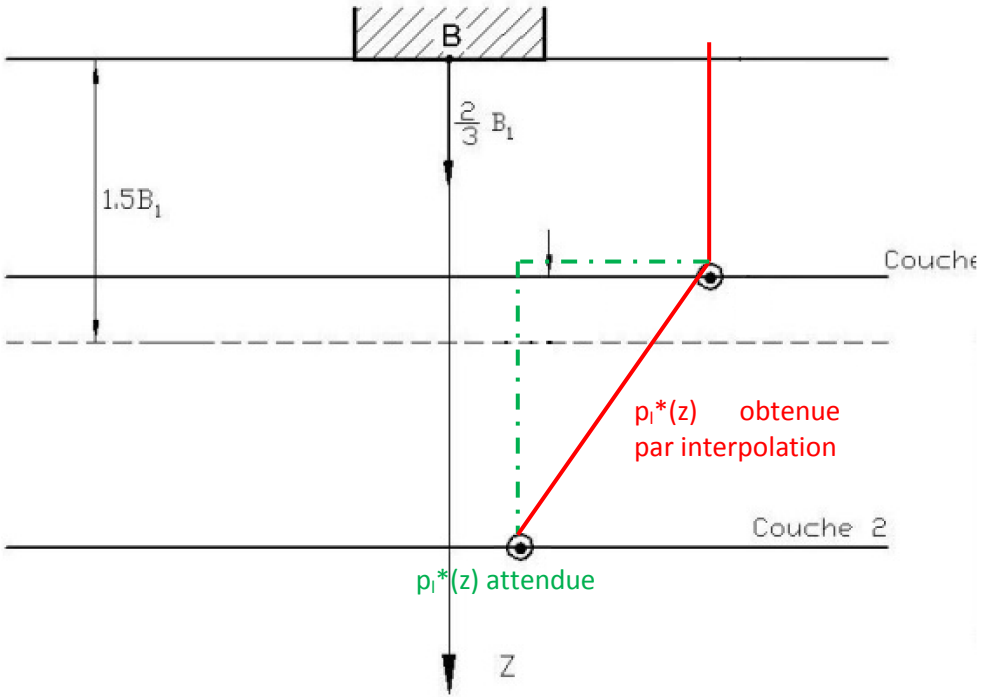


Figure K.9 : Utilisation proscrite du traitement par mesures dans le cas de valeurs moyennes par couche

K.3.2.2. Cadre "Géométrie du pieu"

Ce cadre permet de définir le type de section de calcul : quelconque ou circulaire.

En fonction du choix effectué, les données à saisir dessous varient :

Type de section de calcul	Section de calcul (m²)	Périmètre de calcul (m)	Diamètre de calcul (m)
Quelconque	Oui	Oui	Non
Circulaire	Non	Non	Oui

Figure K.10 : Géométrie du pieu : données à saisir

Une figure d'aide est disponible : cliquer sur le bouton [?], uniquement si EC7 a été sélectionné dans le champ "Cadre règlementaire" du cadre "Contexte de calcul" :

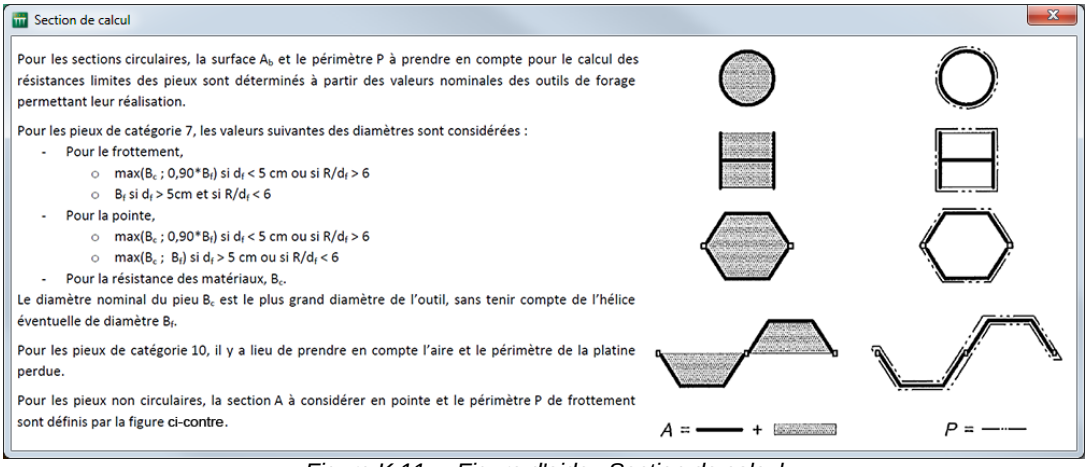

Section de calcul
Pour les sections circulaires, la surface A_b et le périmètre P à prendre en compte pour le calcul des résistances limites des pieux sont déterminés à partir des valeurs nominales des outils de forage permettant leur réalisation.
Pour les pieux de catégorie 7, les valeurs suivantes des diamètres sont considérées :
- Pour le frottement,
  - $\max(B_c ; 0{,}90*B_f)$ si $d_f < 5$ cm ou si $R/d_f > 6$
  - B_f si $d_f > 5$cm et si $R/d_f < 6$
- Pour la pointe,
  - $\max(B_c ; 0{,}90*B_f)$ si $d_f < 5$ cm ou si $R/d_f > 6$
  - $\max(B_c ; B_f)$ si $d_f > 5$ cm ou si $R/d_f < 6$
- Pour la résistance des matériaux, B_c.
Le diamètre nominal du pieu B_c est le plus grand diamètre de l'outil, sans tenir compte de l'hélice éventuelle de diamètre B_f.
Pour les pieux de catégorie 10, il y a lieu de prendre en compte l'aire et le périmètre de la platine perdue.
Pour les pieux non circulaires, la section A à considérer en pointe et le périmètre P de frottement sont définis par la figure ci-contre.
A =
+
P =

Figure K.11 : Figure d'aide : Section de calcul

K.3.2.3. Cadre "Système de pondération"

L'affichage dans ce cadre varie en fonction du cadre règlementaire sélectionné.

K.3.2.3.1. Cadre règlementaire EC7 – Norme NF.P 94-262

Les champs suivants sont affichés :

- la classe du pieu (les différents choix possibles sont listés dans le tableau ci-dessous) ;
- la catégorie du pieu (les différents choix possibles sont listés dans le tableau ci-dessous);
- le mode de chargement. Les choix possibles sont "Travail en compression" (proposé par défaut" et "Travail en traction".

Deux cases à cocher s'affichent contextuellement :

- ancrage dans la craie (décochée par défaut) : il s'agit d'un choix « global » qui affecte l'ensemble des coefficients de pondération (voir notice technique, Tableau K.8 et Tableau K.9) ;
- pieu de grande longueur (décochée par défaut) : cela concerne les pieux de classe 1 de longueur supérieure à 25 m. Quand cette case est cochée, Fondprof applique automatiquement un abattement de 50% sur le frottement des sections situées à plus de 25 m au-dessus de la pointe.

Les conditions d'affichage de ces 2 cases à cocher sont les suivantes :

Classe du pieu	Catégorie du pieu	Ancrage dans la craie	Pieu de grande longueur
1 - Pieu/micropieu foré	1 - [FS] – Foré simple (pieux et barrettes)	Oui	Oui
	2 - [FB] – Foré boue (pieux et barrettes)	Oui	Oui
	3 - [FTP] – Foré tubé (virole perdue)	Oui	Non
	4 - [FTR] – Foré tubé (virole récupérée)	Oui	Non
	5 - [FSR, FBR, PU] – Foré simple ou boue avec rainurage ou puits	Oui	Oui
	17 - [M1] – Micropieu type I	Non	Non
	18 - [M2] – Micropieu type II	Non	Non
2 - Pieu tarière creuse	6 - [FTC, FTCD] – Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation	Oui	Non
3 - Pieu vissé	7 - [VM] – Vissé moulé	Oui	Non
	8 - [VT] – Vissé tubé	Oui	Non
4 - Pieu battu fermé	9 - [BPF, BPR] – Battu béton préfabriqué ou précontraint	Oui	Non
	10 - [BE] – Battu enrobé (béton – mortier – coulis)	Non	Non
	11 - [BM] – Battu moulé	Oui	Non
	12 - [BAF] – Battu acier fermé	Oui	Non
5 - Pieu battu ouvert	13 - [BAO] – Battu acier ouvert	Oui	Non
6 - Profilé H	14 - [HB] – Profilé H battu	Oui	Non
	15 - [HBi] – Profilé H battu injecté	Non	Non
7 - Palplanches battues	16 - [PP] – Palplanches battues	Oui	Non
8 – Pieu/micropieu injecté	19 - [PIGU, MIGU] – Pieu ou micropieu injecté méthode IGU (type III)	Non	Non
	20 - [PIRS, MIRS] – Pieu ou micropieu injecté en mode IRS (type IV)	Non	Non

Tableau K.10 : Champs du cadre "Système de pondération" : conditions d'affichage

Un tableau affiche ensuite les pondérations combinées sur Q_s et Q_p pour les 4 combinaisons de chargement : ELS-QP, ELS-CARAC, ELU-FOND et ELU-ACC. Les valeurs de ces pondérations combinées sont mises à jour à chaque changement dans les données se trouvant au-dessus.

Une figure d'aide est disponible : cliquer sur le bouton "Détails sur les pondérations" à droite du tableau.

Celle-ci affiche les valeurs des différents coefficients définis par la norme NF.P 94-262 en fonction de la classe du pieu, de sa catégorie, de son ancrage dans la craie ou non, et du mode de chargement.

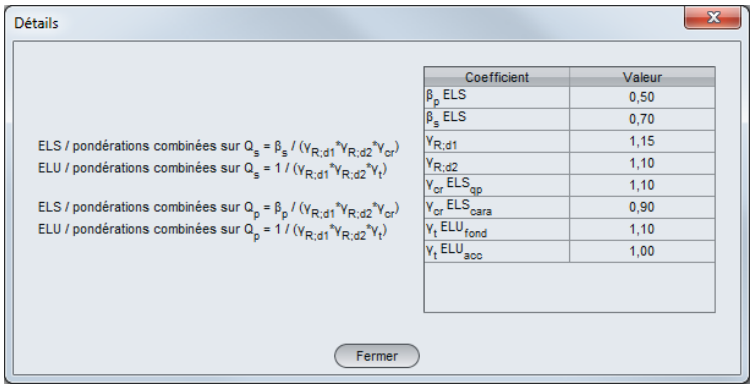


Figure K.12 : EC7 – Norme NF.P 94-262 : Détails sur les pondérations

K.3.2.3.2. Autres cadres de calcul

Fondprof affiche les éléments suivants, grisés ou non :

- le type de fondation : pieu ou micropieu (le choix "micropieu" n'est disponible que dans le cas du Fascicule 62) ;
- le mode de mise en œuvre : la capacité du pieu à refouler ou non le sol (ce choix n'est effectivement disponible que dans le cas du Fascicule 62) ;
- le mode de chargement : travail en traction ou en compression (ce choix n'est effectivement disponible que dans les cas du Fascicule 62 et du DTU 13.2) ;
- le nombre de combinaisons : modifiable uniquement dans le cas d'un calcul "libre". Dans le cas du Fascicule 62, le nombre de combinaisons est fixé à 5, et il est égal à 2 pour le DTU 13.2.

Fondprof affiche les pondérations combinées sur Q_s et sur Q_p dans un tableau en bas de ce cadre. Le nombre et le titre des colonnes qui s'affichent varient en fonction du Cadre élémentaire choisi et des combinaisons associées.

Conditions d'affichage :

	Fluage	**ELS QP**	**ELS-RARE**	**ELU-FOND**	**ELU-ACC**	**ELS**	**ELU**	**Coef i**
Fascicule 62	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
DTU 13.2	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non
Calcul libre	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui

Tableau K.11 : Pondérations combinées Q_s – Q_p

K.3.3. Onglet "Couches"

Ce deuxième onglet permet la définition des paramètres relatifs au comportement du sol. Le nombre et le type de colonnes varient en fonction du cadre règlementaire et de la méthode de dimensionnement saisis dans l'onglet "Paramètres".

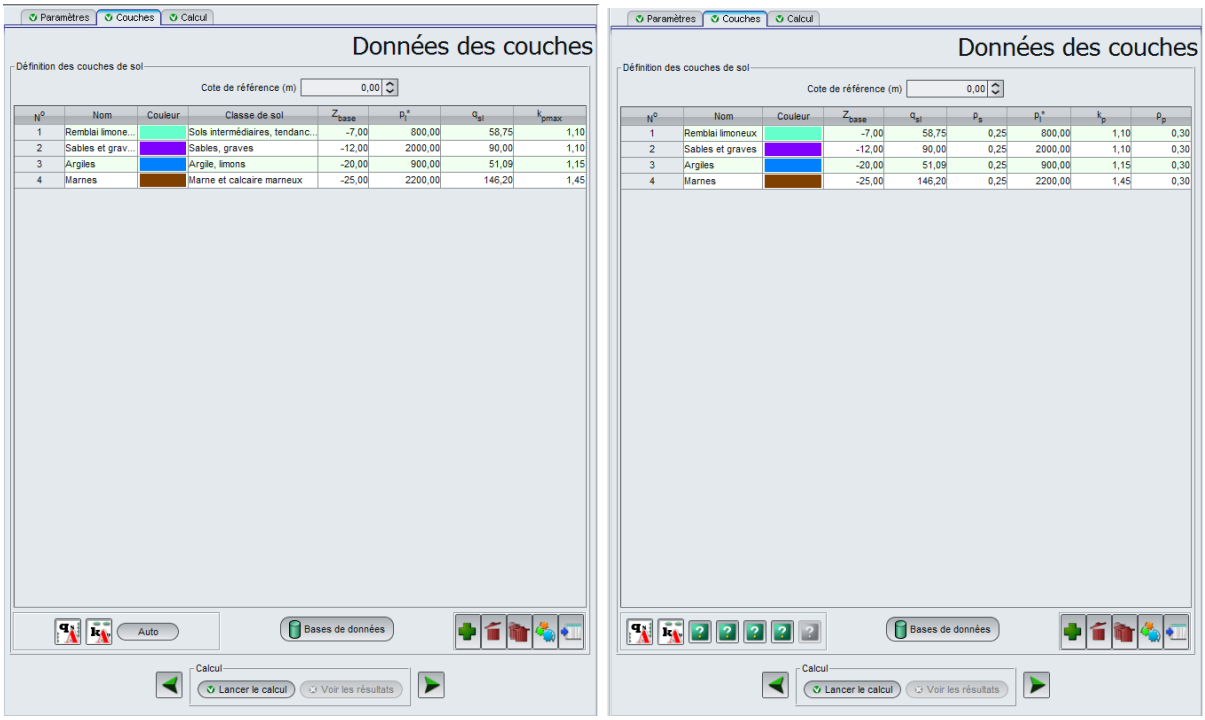


Figure K.13 : Onglet "Paramètres" – Exemples de tableaux de saisie

K.3.3.1. Cadre "Définition des couches de sol"

Dans un premier temps, il convient de définir la cote de référence, en mètres : la valeur proposée par défaut est 0,0 m.

Il faut ensuite compléter le tableau proposé.

Le tableau suivant décrit les paramètres de sol à définir pour chaque couche :

Désignation	**Unité**	**Valeur par défaut**	**Condition d'affichage**	**Valeur obligatoire**	**Contrôles locaux**
Nom de la couche	-	"Couche i"	Toujours	Oui	-
Couleur de la couche	-	Couleur par défaut	Toujours	Oui	-
Classe de sol	-	"Argile, limons"	EC7 uniquement (cf tableau suivant)	Oui	-
Z_{base} : cote de la base de la couche	m	1 m sous la cote de la base la couche au-dessus	Toujours	Oui	Valeurs strictement décroissantes

P_l* : Pression limite nette de la couche	kPa	0,0	"Á partir des résultats pressiométriques"	Oui	≠ 0
q_{sl} : Frottement latéral unitaire limite dans la couche	kPa	1,0	Toujours	Oui	≠ 0
k_{pmax} : Coefficient maximal de portance pressiométrique	-	1,0	EC7 + "Á partir des résultats pressiométriques"	Oui	> 0
q_c : Résistance de pointe issue du pénétromètre	kPa	0,0	"Á partir des résultats pénétrométriques"	Oui	≠ 0
k_{cmin} : Coefficient minimal de portance pénétrométrique	-	-	EC7 + "Á partir des résultats pénétrométriques"	Oui	> 0
k_{cmax} : Coefficient maximal de portance pénétrométrique	-	-	EC7 + "Á partir des résultats pénétrométriques"	Oui	> 0
ρ_s : Coefficient réducteur du frottement latéral	-	1,0	Tous sauf EC7	Oui	> 0
k_p : Coefficient de portance pressiométrique	-	1,0	Tous sauf EC7 et "Á partir des résultats pressiométriques"	Oui	> 0
k_c : Coefficient de portance pénétrométrique	-	1,0	Tous sauf EC7 et "Á partir des résultats pénétrométriques"	Oui	> 0
ρ_p : Coefficient réducteur de la contrainte en pointe	-	1,0	Tous sauf EC7	Oui	> 0

Tableau K.12 : Données des couches de sol'

Dans les cadres règlementaires autres que EC7, les coefficients réducteurs ρ_p et ρ_s permettent de prendre en compte les géométries variées (profilés H, palplanches, etc).

Dans le cas du cadre règlementaire EC7, les conditions d'affichage des classes de sol sont les suivantes (distinction sur les sols "intermédiaires") :

Classe de sol	**Á partir des résultats pressiométriques**	**Á partir des résultats pénétrométriques**
Argiles limons	Oui	Oui
Sols intermédiaires	Non	Oui
Sols intermédiaires, tendance argileuses	Oui	Non
Sols intermédiaires, tendance sableuse	Oui	Non
Sables, graves	Oui	Oui
Craie	Oui	Oui
Marne et calcaire marneux	Oui	Oui
Roche altérée et fragmentée	Oui	Oui

Tableau K.13 : Conditions d'affichage des classes de sol (cadre règlementaire EC7)

K.3.3.2. Aides et Assistants

K.3.3.2.1. Assistants pour les projets EC7

A partir des résultats pressiométriques :

Les valeurs de q_{sl} et de k_{pmax} peuvent être saisies manuellement ou déterminées à partir des assistants correspondants, accessibles en bas du cadre "Définition des couches de sol".

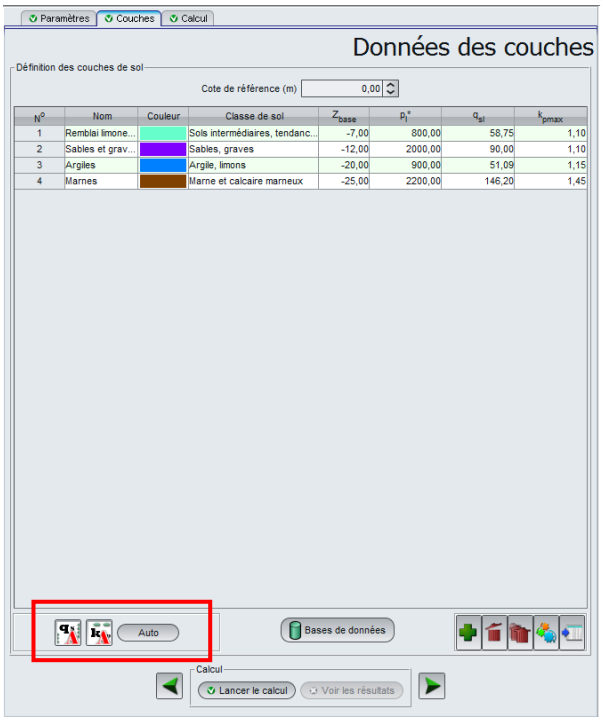


Figure K.14 : Onglet "Couches" – Assistants EC7

Frottement latéral unitaire limite q_{sl} :

Sélectionner la couche de sol concernée puis cliquer sur le bouton pour ouvrir l'assistant.

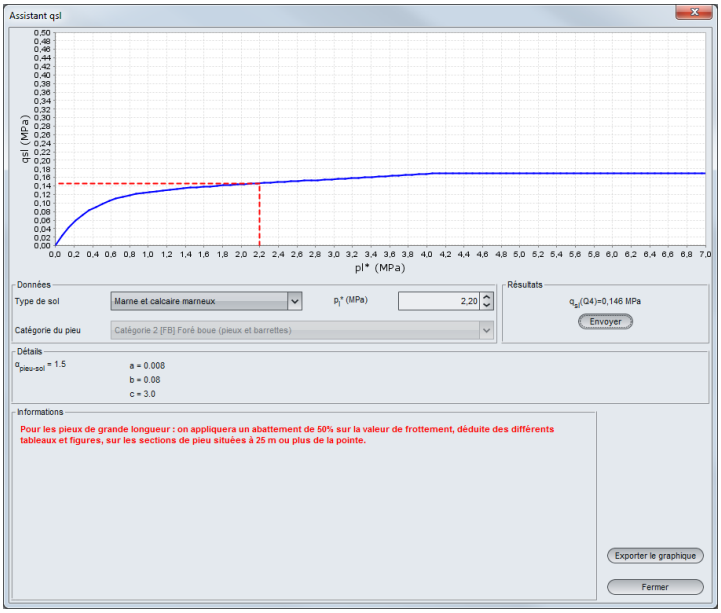

Assistant qsl
qsl (MPa)
pl* (MPa)
Données
Type de sol
Marne et calcaire marneux
pl* (MPa)
2,20
Catégorie du pieu
Catégorie 2 [FB] Foré boue (pieux et barrettes)
Résultats
qsl(Q4)=0,146 MPa
Envoyer
Détails
a = 0.008
b = 0.08
c = 3.0
Informations
Pour les pieux de grande longueur : on appliquera un abattement de 50% sur la valeur de frottement, déduite des différents tableaux et figures, sur les sections de pieu situées à 25 m ou plus de la pointe.
Exporter le graphique
Fermer

Figure K.15 : Assistant q_{sl} – EC7 – A partir des résultats pressiométriques

- Cadre "Données"

  L'assistant reprend les données saisies précédemment pour la couche sélectionnée (type de sol, valeur de p_l*) ainsi que la catégorie de pieu choisie. Si les données de la couche n'ont pas encore été renseignées, il est possible de les saisir dans l'assistant.

- Cadre "Détails"

  Le paramètre $\alpha_{pieu\text{-}sol}$ et les valeurs de a, b et c sont calculés automatiquement en fonction des données saisie dans le cadre "Données" et sont affichées ici.

- Cadre "Informations"

  Le cas échéant, des informations complémentaires nécessaires pour déterminer q_{sl} sont détaillées.

- Graphique

  Le graphique affiche en bleu la courbe de q_{sl} en fonction de p_l*. Le tracé en rouge permet la lecture de la valeur de q_{sl} obtenue pour la valeur de p_l* saisie.

- Cadre "Résultats"

  Quand les paramètres proposés conviennent, un clic sur le bouton Envoyer permet d'envoyer la valeur q_{sl} vers le tableau de définition des couches pour la couche de sol sélectionnée.

Cliquer sur le bouton Fermer et recommencer l'opération pour chacune des couches de sol.

Facteur de portance pressiométrique k_{pmax} :

Sélectionner une couche de sol puis cliquez sur le bouton pour ouvrir l'assistant.

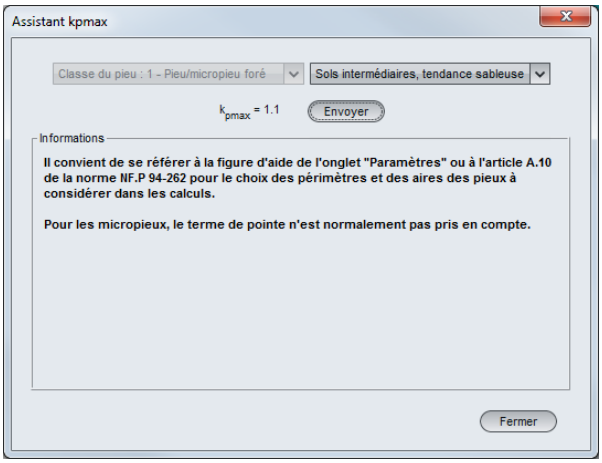

Assistant kpmax
Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré
Sols intermédiaires, tendance sableuse
kpmax = 1.1
Envoyer
Informations
Il convient de se référer à la figure d'aide de l'onglet "Paramètres" ou à l'article A.10 de la norme NF.P 94-262 pour le choix des périmètres et des aires des pieux à considérer dans les calculs.
Pour les micropieux, le terme de pointe n'est normalement pas pris en compte.
Fermer

Figure K.16 : Assistant k_{pmax} – EC7

L'assistant reprend la classe de pieu choisie ainsi que le type de sol de la couche sélectionnée s'il a déjà été saisi, sinon il convient de le renseigner.

Le cas échéant, des informations complémentaires nécessaires pour déterminer q_{sl} sont détaillées.

La valeur de k_{pmax} est alors calculée. Un clic sur le bouton Envoyer permet d'envoyer cette valeur vers le tableau de définition des couches, pour la couche de sol sélectionnée.

Cliquer sur le bouton Fermer et recommencer l'opération pour chacune des couches de sol.

Assistant automatique pour q_{sl} et k_{pmax}

Un clic sur le bouton Auto permet de calculer automatiquement les valeurs de q_{sl} et de k_{pmax} pour toutes les couches de sol.

Un écran d'information affiche les informations relatives aux différents calculs automatiques effectués :

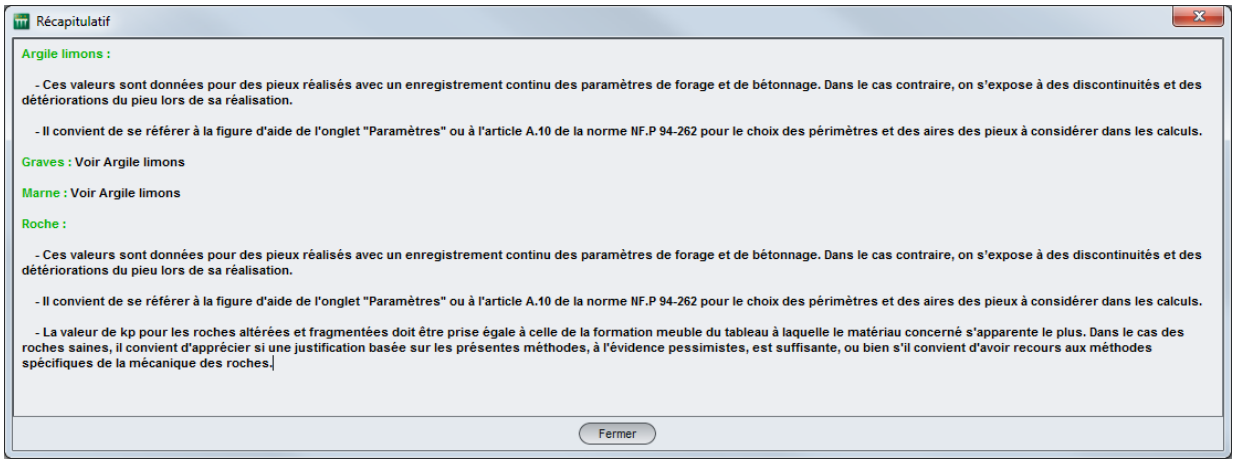

Récapitulatif
Argile limons :
- Ces valeurs sont données pour des pieux réalisés avec un enregistrement continu des paramètres de forage et de bétonnage. Dans le cas contraire, on s'expose à des discontinuités et des détériorations du pieu lors de sa réalisation.
- Il convient de se référer à la figure d'aide de l'onglet "Paramètres" ou à l'article A.10 de la norme NF.P 94-262 pour le choix des périmètres et des aires des pieux à considérer dans les calculs.
Graves : Voir Argile limons
Marne : Voir Argile limons
Roche :
- Ces valeurs sont données pour des pieux réalisés avec un enregistrement continu des paramètres de forage et de bétonnage. Dans le cas contraire, on s'expose à des discontinuités et des détériorations du pieu lors de sa réalisation.
- Il convient de se référer à la figure d'aide de l'onglet "Paramètres" ou à l'article A.10 de la norme NF.P 94-262 pour le choix des périmètres et des aires des pieux à considérer dans les calculs.
- La valeur de kp pour les roches altérées et fragmentées doit être prise égale à celle de la formation meuble du tableau à laquelle le matériau concerné s'apparente le plus. Dans le cas des roches saines, il convient d'apprécier si une justification basée sur les présentes méthodes, à l'évidence pessimistes, est suffisante, ou bien s'il convient d'avoir recours aux méthodes spécifiques de la mécanique des roches.
Fermer

Figure K.17 : Assistant automatique q_{sl} et k_{pmax} – EC7 – A partir des résultats pressiométriques

A partir de résultats pénétrométriques :

Les valeurs de q_{sl}, k_{cmin} et k_{cmax} peuvent être saisies manuellement ou déterminées à partir des assistants correspondants, accessibles en bas du cadre "Définition des couches de sol".

Frottement latéral unitaire limite q_{sl} :

Sélectionner la couche de sol concernée puis cliquer sur le bouton pour ouvrir l'assistant.

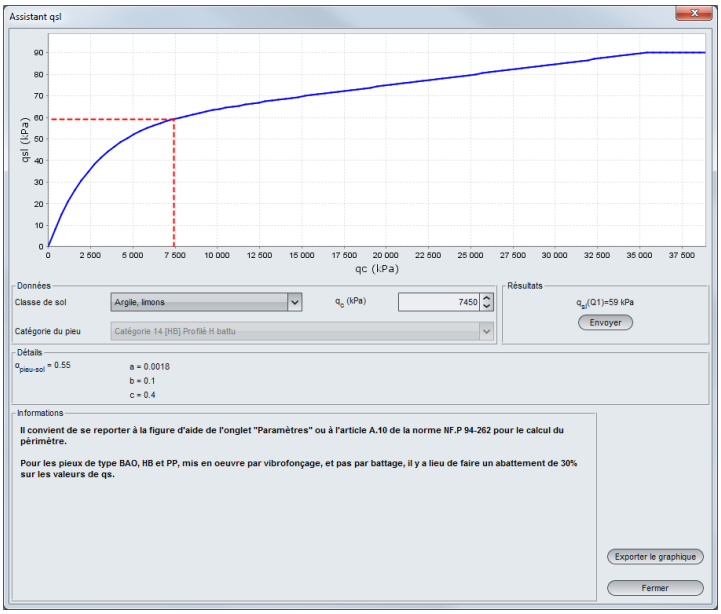

Assistant qsl
qsl (kPa)
qc (kPa)
Données
Classe de sol
Argile, limons
Catégorie du pieu
Résultats
Envoyer
Détails
a = 0.0018
b = 0.1
c = 0.4
Informations
Il convient de se reporter à la figure d'aide de l'onglet "Paramètres" ou à l'article A.10 de la norme NF.P 94-262 pour le calcul du périmètre.
Pour les pieux de type BAO, HB et PP, mis en oeuvre par vibrofonçage, et pas par battage, il y a lieu de faire un abattement de 30% sur les valeurs de qs.
Exporter le graphique
Fermer

Figure K.18 : Assistant q_{sl} – EC7 – A partir des résultats pénétrométriques

Le fonctionnement de cet assistant est tout-à-fait analogue à celui décrit ci-dessus pour le dimensionnement à partir de résultats pressiométriques.

Facteurs de portance k_{cmin} et k_{cmax}

Sélectionner une couche de sol puis cliquez sur le bouton pour ouvrir l'assistant.

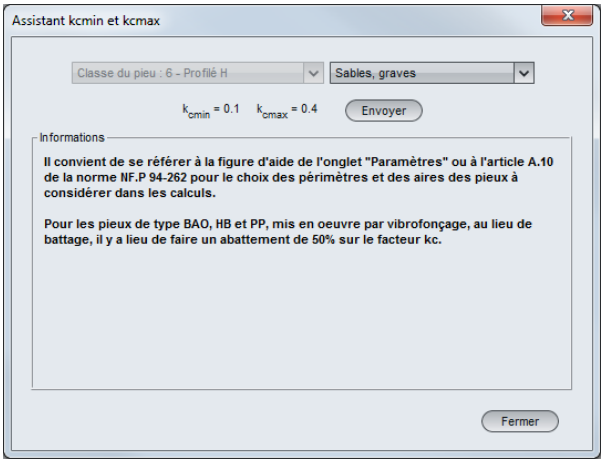

Assistant kcmin et kcmax
Classe du pieu : 6 - Profilé H
Sables, graves
kcmin = 0.1 kcmax = 0.4
Envoyer
Informations
Il convient de se référer à la figure d'aide de l'onglet "Paramètres" ou à l'article A.10 de la norme NF.P 94-262 pour le choix des périmètres et des aires des pieux à considérer dans les calculs.
Pour les pieux de type BAO, HB et PP, mis en oeuvre par vibrofonçage, au lieu de battage, il y a lieu de faire un abattement de 50% sur le facteur kc.
Fermer

Figure K.19 : Assistant pour k_{cmin} et k_{cmax}

Le fonctionnement de cet assistant est tout-à-fait analogue à celui décrit ci-dessus pour la détermination de k_{pmax} dans le cas d'un dimensionnement à partir de résultats pressiométriques, mais l'assistant propose cette fois 2 valeurs : k_{cmin} et k_{cmax}.

Assistant automatique pour q_{sl}, k_{cmin} et k_{cmax} :

De façon analogue au cas du dimensionnement à partir de résultats pressiométriques, un clic sur le bouton Auto permet de calculer automatiquement les valeurs de q_{sl}, k_{cmin} et k_{cmax} pour toutes les couches de sol.

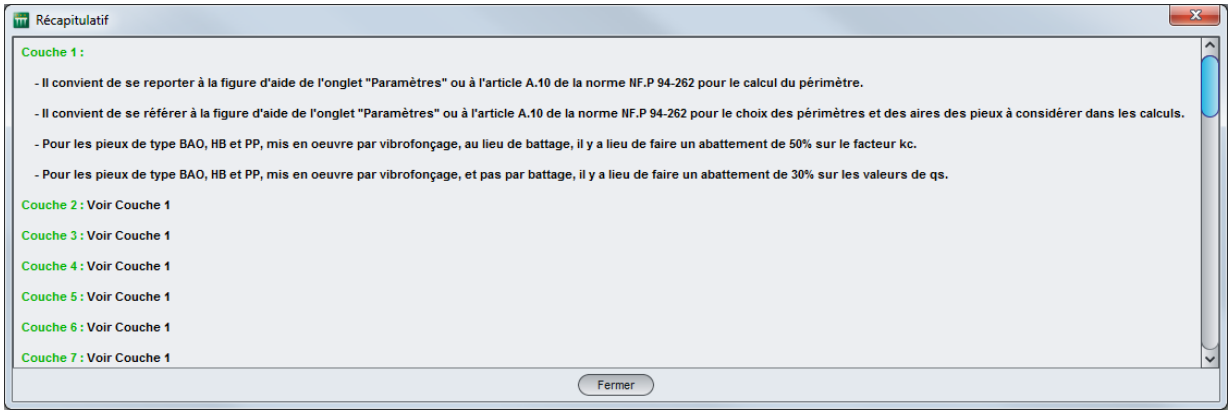

Récapitulatif
Couche 1 :
- Il convient de se reporter à la figure d'aide de l'onglet "Paramètres" ou à l'article A.10 de la norme NF.P 94-262 pour le calcul du périmètre.
- Il convient de se référer à la figure d'aide de l'onglet "Paramètres" ou à l'article A.10 de la norme NF.P 94-262 pour le choix des périmètres et des aires des pieux à considérer dans les calculs.
- Pour les pieux de type BAO, HB et PP, mis en oeuvre par vibrofonçage, au lieu de battage, il y a lieu de faire un abattement de 50% sur le facteur kc.
- Pour les pieux de type BAO, HB et PP, mis en oeuvre par vibrofonçage, et pas par battage, il y a lieu de faire un abattement de 30% sur les valeurs de qs.
Couche 2 : Voir Couche 1
Couche 3 : Voir Couche 1
Couche 4 : Voir Couche 1
Couche 5 : Voir Couche 1
Couche 6 : Voir Couche 1
Couche 7 : Voir Couche 1
Fermer

Figure K.20 : Assistant automatique pour q_s, k_{cmin} et k_{cmax} – EC7 – A partir des résultats pénétrométriques

K.3.3.2.2. Assistants pour les projets "Fascicule 62", à partir de résultats pressiométriques

Les valeurs de q_s et de k_p peuvent être saisies manuellement ou déterminées à partir des assistants correspondants, accessibles en bas du cadre "Définition des couches de sol".

Frottement latéral unitaire limite q_s :

Sélectionner la couche de sol concernée puis cliquer sur le bouton pour ouvrir l'assistant.

- Cadre "Données"

  L'assistant reprend la valeur de p_l^* saisie précédemment pour la couche sélectionnée. Il convient ensuite de préciser le type de sol et le type de pieu dans l'assistant.

- Cadre "Informations"

  Le cas échéant, des informations complémentaires nécessaires pour déterminer q_s sont détaillées.

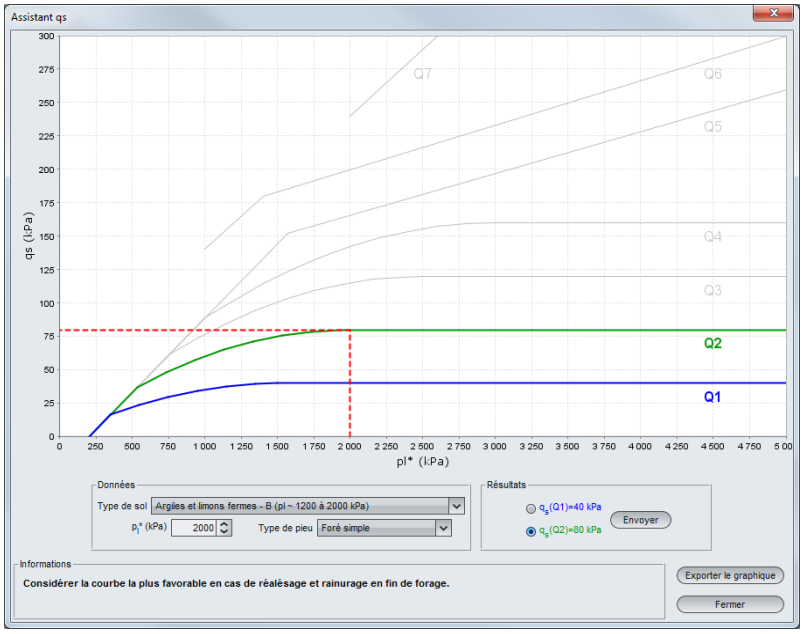


Figure K.21 : Assistant q_s (Fascicule 62) pour un sol de type "Argile, Limons fermes"

- Graphique

  Le graphique affiche en couleurs la(les) courbe(s) de q_s en fonction de p_l*. Le tracé en rouge permet la lecture de la valeur de q_s obtenue pour la valeur de p_l* saisie.

- Cadre "Résultats"

  Sélectionner la valeur à retenir lorsque plusieurs courbes sont disponibles, puis quand les paramètres proposés conviennent, un clic sur le bouton Envoyer permet d'envoyer la valeur q_s vers le tableau de définition des couches pour la couche de sol sélectionnée.

Cliquer sur le bouton Fermer et recommencer l'opération pour chacune des couches de sol.

Facteur de portance k_p :

Sélectionner une couche de sol puis cliquez sur le bouton pour ouvrir l'assistant.

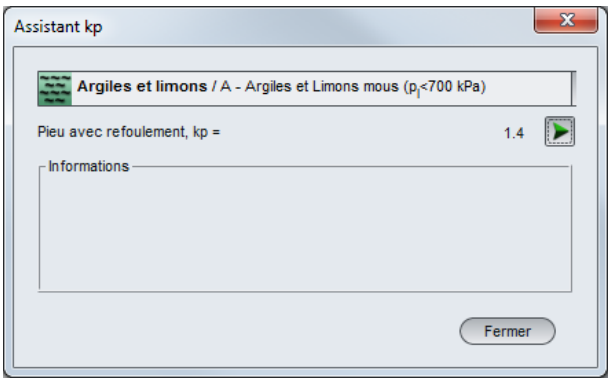


Figure K.22 : Assistant k_p (Fascicule 62) pour un sol de type "Argile, Limons mous"

Il convient ici de sélectionner la classe de sol à laquelle appartient la couche de sol concernée, à l'aide de la liste déroulante.

L'assistant reprend automatiquement le mode de mise en œuvre défini sur l'onglet "Paramètres".

Dans le cas des sols de classe 'Roches /A – Altéré (p_l non défini)', et uniquement dans ce cas, l'assistant permet de modifier la valeur k_p.

Des informations complémentaires s'affichent en fonction de la classe du sol sélectionné dans le cadre 'Information'.

Cliquer sur le bouton pour envoyer la valeur vers la ligne sélectionnée.

Cliquer sur le bouton

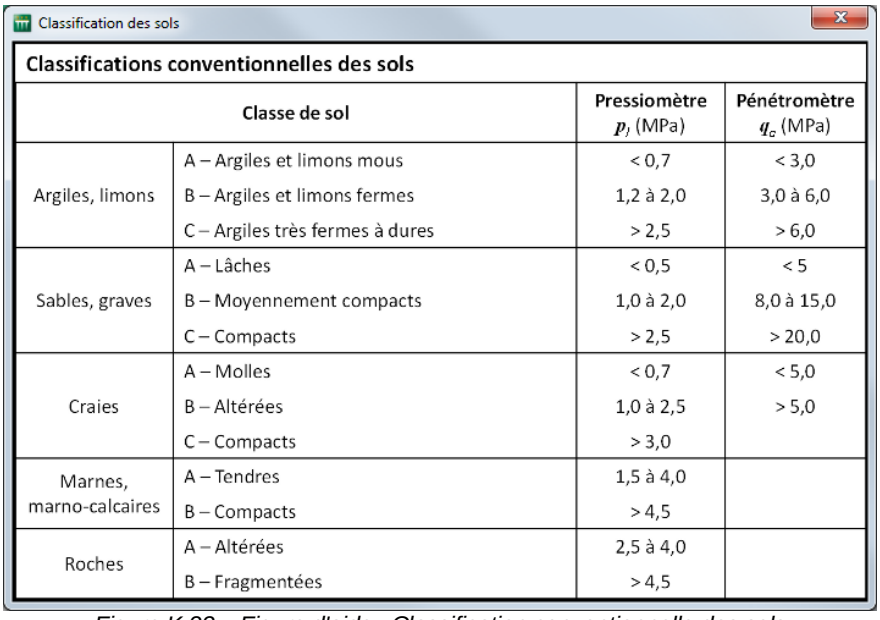
et recommencer l'opération pour chacune des couches de sol.

K.3.3.2.3. Figures d'aide dans le cadre règlementaire Fascicule 62

Les figures d'aide suivantes sont accessibles pour les projets dont le contexte de calcul s'établit dans le cadre règlementaire du **Fascicule 62**.

Classification conventionnelle des sols :

Cette figure d'aide est accessible quelle que soit la méthode de dimensionnement retenue (à partir des résultats pressiométriques ou à partir des résultats pénétrométriques).



Classifications conventionnelles des sols

Classe de sol		Pressiomètre p_l (MPa)	Pénétromètre q_c (MPa)
Argiles, limons	A – Argiles et limons mous	< 0,7	< 3,0
	B – Argiles et limons fermes	1,2 à 2,0	3,0 à 6,0
	C – Argiles très fermes à dures	> 2,5	> 6,0
Sables, graves	A – Lâches	< 0,5	< 5
	B – Moyennement compacts	1,0 à 2,0	8,0 à 15,0
	C – Compacts	> 2,5	> 20,0
Craies	A – Molles	< 0,7	< 5,0
	B – Altérées	1,0 à 2,5	> 5,0
	C – Compacts	> 3,0	
Marnes, marno-calcaires	A – Tendres	1,5 à 4,0	
	B – Compacts	> 4,5	
Roches	A – Altérées	2,5 à 4,0	
	B – Fragmentées	> 4,5	

Figure K.23 : Figure d'aide : Classification conventionnelle des sols

Les figures d'aide suivantes sont accessibles pour les projets dimensionnés à partir des résultats pressiométriques uniquement.

Valeurs du facteur de portance k_p :

Facteur de portance kp

Valeurs du facteur de portance « k_p »

Classe de sol		Mise en œuvre sans refoulement	Mise en œuvre avec refoulement
Argiles, limons	A – Argiles et limons mous	1,1	1,4
	B – Argiles et limons fermes	1,2	1,5
	C – Argiles très fermes à dures	1,3	1,6
Sables, graves	A – Lâches	1,0	4,2
	B – Moyennement compacts	1,1	3,7
	C – Compacts	1,2	3,2
Craies	A – Molles	1,1	1,6
	B – Altérées	1,4	2,2
	C – Compacts	1,8	2,6
Marnes, marno-calcaires	A – Tendres B – Compacts	1,8	2,6
Roches (1)	Altérées (1)	1,1 à 1,8	1,8 à 3,2

(1) La valeur de k_p pour ces formations est prise égale à celle de la formation meuble du tableau à laquelle le matériau concerné s'apparente le plus.

Figure K.24 : Figure d'aide : Valeurs du facteur de portance k_p

Frottement q_s :

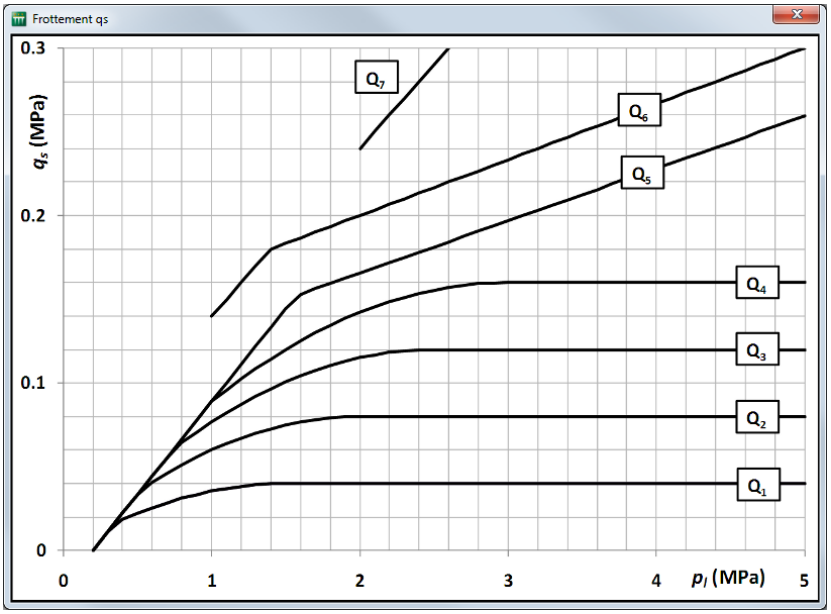


Figure K.25 : Figure d'aide : Frottement q_s

Aide sur la classification des pieux :

La figure ci-dessous aide au choix des courbes pour le calcul du frottement latéral unitaire q_s (principaux types de pieux utilisés en ouvrage d'art).

Classification des pieux

Choix des courbes pour le calcul du frottement latéral unitaire q_s (principaux types de pieux utilisés en ouvrage d'art)

Type de pieu	Argiles, limons			Sables, graves			Craies			Marnes		Roches
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	
Foré simple	Q_1	Q_1, Q_2(1)	Q_2, Q_3(1)	_			Q_1	Q_3	Q_4, Q_5(1)	Q_3	Q_4, Q_5(1)	Q_6
Foré à la boue	Q_1	Q_1, Q_2(1)		Q_1	Q_2, Q_1(2)	Q_3, Q_2(2)	Q_1	Q_3	Q_4, Q_5(1)	Q_3	Q_4, Q_5(1)	Q_6
Foré tubé (tube récupéré)	Q_1	Q_1, Q_2(3)		Q_1	Q_2, Q_1(2)	Q_3, Q_2(2)	Q_1	Q_2	Q_3, Q_4(3)	Q_3	Q_4	_
Foré tubé (tube perdu)	Q_1			Q_1		Q_2	(4)			Q_2	Q_3	_
Puits (5)	Q_1	Q_2	Q_3	_			Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6
Métal battu fermé	Q_1	Q_2		Q_2		Q_3	(4)			Q_3	Q_4	Q_4
Battu préfabriqué béton	Q_1	Q_2		Q_3			(4)			Q_3	Q_4	Q_4
Battu moulé	Q_1	Q_2		Q_2		Q_3	Q_1	Q_2	Q_3	Q_3	Q_4	_
Battu enrobé	Q_1	Q_2		Q_3		Q_4	(4)			Q_3	Q_4	_
Injecté basse pression	Q_1	Q_2		Q_3			Q_2	Q_3	Q_4	Q_5		_
Injecté haute pression (6)	_	Q_4	Q_5	Q_5		Q_6		Q_5	Q_6	Q_6		Q_7 (7)

(1) Réalésage et rainurage en fin de forage.
(2) Pieux de grande longueur (supérieure à 30 m).
(3) Forage) sec, tube non louvoyé.
(4) Dans le cas des craies, le frottement latéral peut être très faible pour certains types de pieux. Il convient d'effectuer une étude spécifique pour chaque cas .
(5) Sans tubage ni virole foncés perdus (parfois rugueuses).
(6) Injection sélective et répétitive à faible débit.
(7) Injection sélective et répétitive à faible débit et traitement préalable des massifs fissurés ou fracturés avec obturation des cavités.

Figure K.26 : Figure d'aide : Classification des pieux

Enfin, la figure d'aide suivante est accessible pour les projets dimensionnés à partir des résultats pénétrométriques uniquement.

Facteur de portance k_c :

Facteur de portance kc

Valeurs du facteur de portance « k_c »

Classe de sol		Mise en œuvre sans refoulement	Mise en œuvre avec refoulement
Argiles, limons	A – Argiles et limons mous B – Argiles et limons fermes C – Argiles très fermes à dures	0,40	0,55
Sables, graves	A – Lâches B – Moyennement compacts C – Compacts	0,15	0,50
Craies	A – Molles B – Altérées	0,20 0,30	0,30 0,45

Figure K.27 : Aide : Valeurs du facteur de portance k_c

K.3.3.3. Importation de données

Le module Fondprof permet d'importer des données de couches de sol depuis le presse-papier Windows® (voir aussi l'exemple 2 chapitre K.4.2).

K.3.3.3.1. Procédure d'importation des données

Pour importer ces données de "couches" de sol, il convient de procéder de la manière suivante :

- préparer/récupérer une feuille de calcul Excel® comportant les données à importer ;
- ouvrir cette feuille de calcul et copier les données dans le presse-papiers Windows® ;

- ouvrir l'assistant "Modification de la table" et cliquer sur le bouton Importer ;
  Astuce si vous travaillez dans le cadre règlementaire EC7 – Norme NF.P94-262 : avant de cliquer sur le bouton Importer, créer la première couche de sol 'Couche 1' en cliquant sur le bouton, puis sélectionner la classe de sol voulue. Cette classe de sol sera ensuite automatiquement reportée sur les lignes importées ;
- dans cet assistant, préciser l'intervalle de lignes à importer. Si la première ligne de la feuille de calcul comporte des entêtes de colonne, elle doit être ignorée par exemple (et l'import doit donc commencer à la ligne 2).

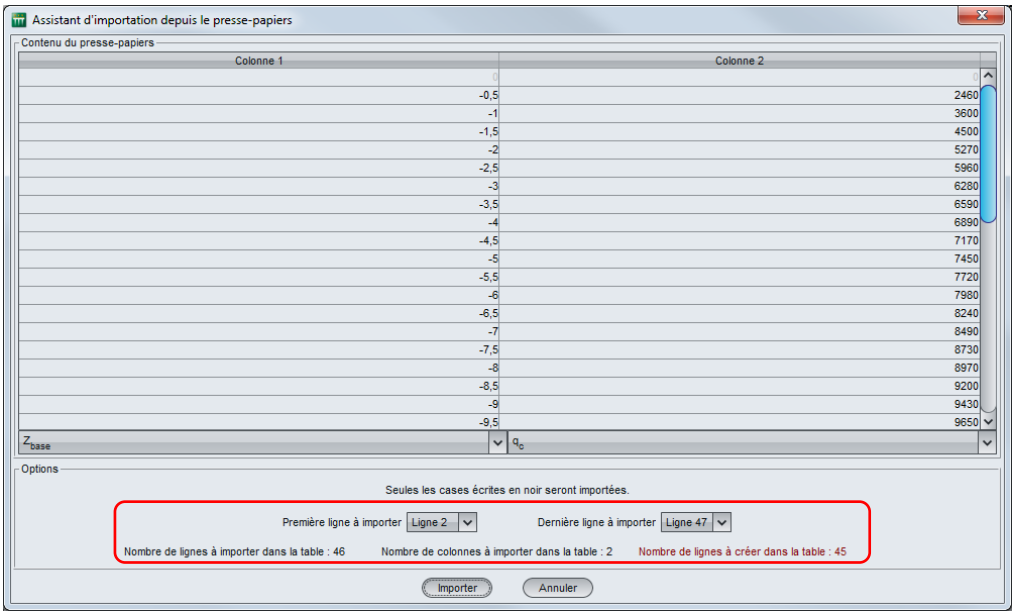


Figure K.28 : Assistant d'importation des données

- cliquer sur le bouton Importer ;
- l'assistant de modification de la table affiche alors les données importées. Cliquer sur le bouton Fermer : les couches de sol importées ont été créées avec un nom par défaut, la classe de sol (copiée à partir de la première ligne si cadre règlementaire EC7), et les valeurs des paramètres telles que renseignées dans la feuille de calcul.

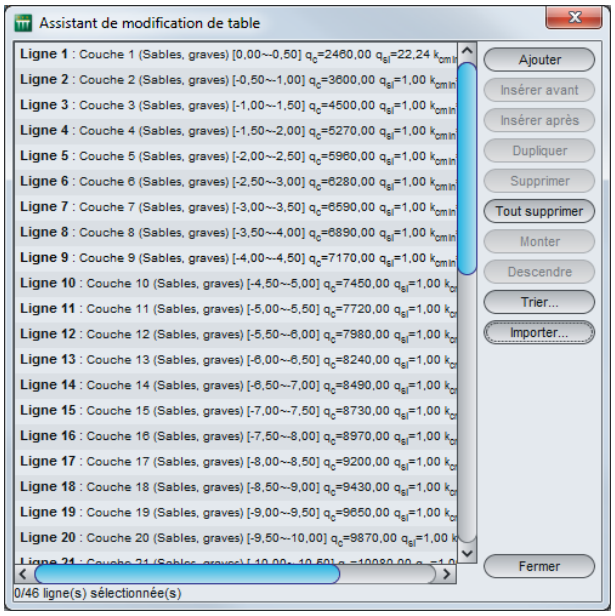

Assistant de modification de table
Ligne 1 : Couche 1 (Sables, graves) [0,00~-0,50] qc=2460,00
Ligne 2 : Couche 2 (Sables, graves) [-0,50~-1,00] qc=3600,00
Ligne 3 : Couche 3 (Sables, graves) [-1,00~-1,50] qc=4500,00
Ligne 4 : Couche 4 (Sables, graves) [-1,50~-2,00] qc=5270,00
Ligne 5 : Couche 5 (Sables, graves) [-2,00~-2,50] qc=5960,00
Ligne 6 : Couche 6 (Sables, graves) [-2,50~-3,00] qc=6280,00
Ligne 7 : Couche 7 (Sables, graves) [-3,00~-3,50] qc=6590,00
Ligne 8 : Couche 8 (Sables, graves) [-3,50~-4,00] qc=6890,00
Ligne 9 : Couche 9 (Sables, graves) [-4,00~-4,50] qc=7170,00
Ligne 10 : Couche 10 (Sables, graves) [-4,50~-5,00] qc=7450,00
Ligne 11 : Couche 11 (Sables, graves) [-5,00~-5,50] qc=7720,00
Ligne 12 : Couche 12 (Sables, graves) [-5,50~-6,00] qc=7980,00
Ligne 13 : Couche 13 (Sables, graves) [-6,00~-6,50] qc=8240,00
Ligne 14 : Couche 14 (Sables, graves) [-6,50~-7,00] qc=8490,00
Ligne 15 : Couche 15 (Sables, graves) [-7,00~-7,50] qc=8730,00
Ligne 16 : Couche 16 (Sables, graves) [-7,50~-8,00] qc=8970,00
Ligne 17 : Couche 17 (Sables, graves) [-8,00~-8,50] qc=9200,00
Ligne 18 : Couche 18 (Sables, graves) [-8,50~-9,00] qc=9430,00
Ligne 19 : Couche 19 (Sables, graves) [-9,00~-9,50] qc=9650,00
Ligne 20 : Couche 20 (Sables, graves) [-9,50~-10,00] qc=9870,00
Ajouter
Insérer avant
Insérer après
Dupliquer
Supprimer
Tout supprimer
Monter
Descendre
Trier...
Importer...
Fermer
0/46 ligne(s) sélectionnée(s)

Figure K.29 : Assistant de modification de table

K.3.3.3.2. Format des feuilles de calcul à importer

Ci-dessous les exemples de formats de feuilles de calcul à utiliser.

Pour chacun des cas mentionnés ci-dessous, l'impression d'écran illustre les données spécifiques à Fondprof en fonction du cadre règlementaire et de la méthode de dimensionnement, en respectant l'ordre indiqué dans l'onglet Couches de l'application.

Nota : il n'est pas obligatoire que toutes les colonnes de données soient remplies (mais la donnée de Z_{base}, par contre, est obligatoire).

<u>Cadre règlementaire EC7 – Méthode de dimensionnement pressiométrique</u> :

Données importées : Z_{base}, p_{l^*}, q_{sl} et k_{pmax}.

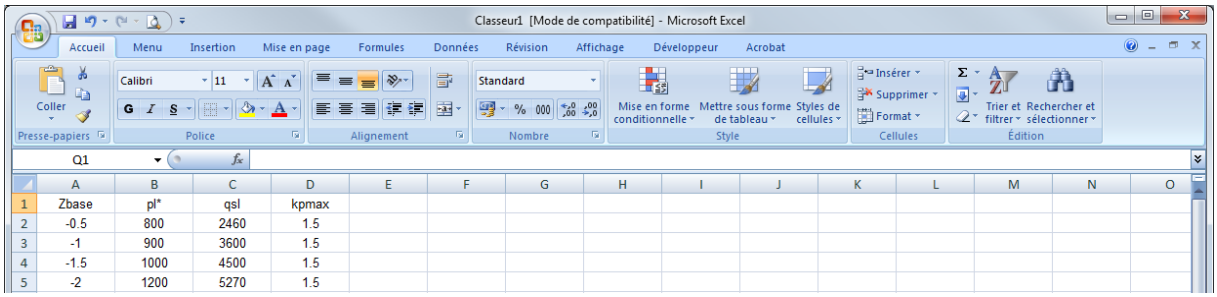

Classeur1 [Mode de compatibilité] - Microsoft Excel
Q1
A B C D E F G H I J K L M N O
1 Zbase pl* qsl kpmax
2 -0.5 800 2460 1.5
3 -1 900 3600 1.5
4 -1.5 1000 4500 1.5
5 -2 1200 5270 1.5

Figure K.30 : Format de feuille de calcul à importer (cadre règlementaire EC7 – dimensionnement pressiométrique)

<u>Cadre règlementaire EC7 – Méthode de dimensionnement pénétrométrique</u> :

Données importées : Z_{base}, q_c, q_{sl}, k_{cmin} et k_{cmax}.

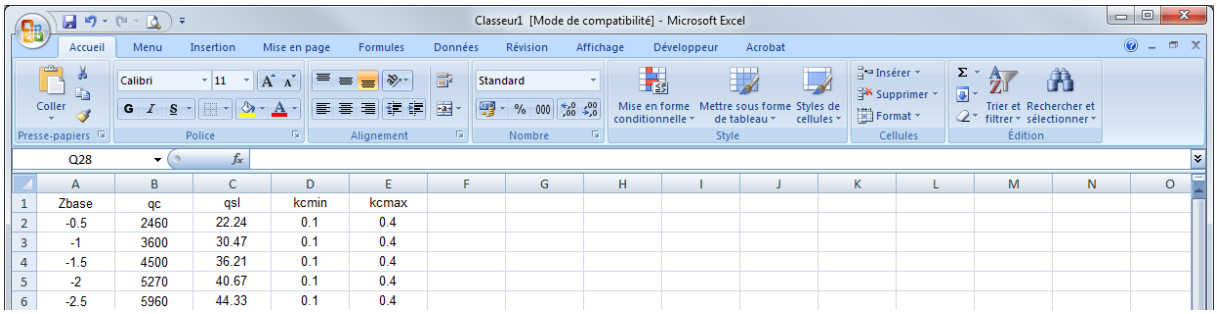


Figure K.31 : Format de feuille de calcul à importer (cadre règlementaire EC7 – dimensionnement pénétrométrique)

<u>Autres cadres règlementaires – Méthode de dimensionnement pressiométrique</u> :

Données importées : Z_{base}, q_{sl}, ρ_s, p_{l^*}, k_p et ρ_p.

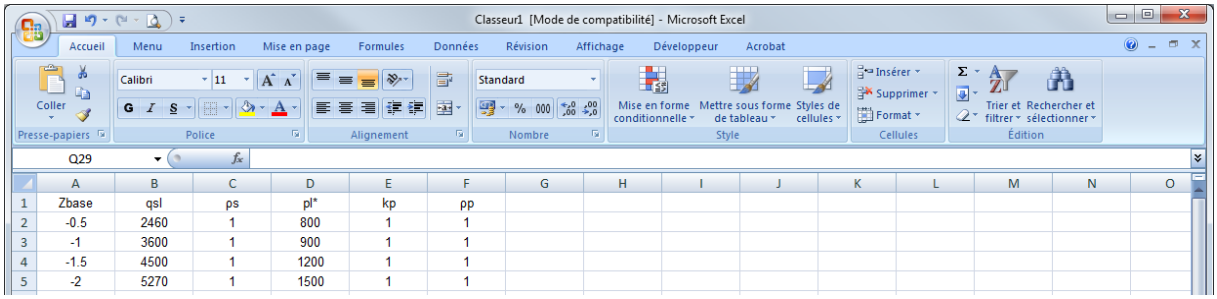
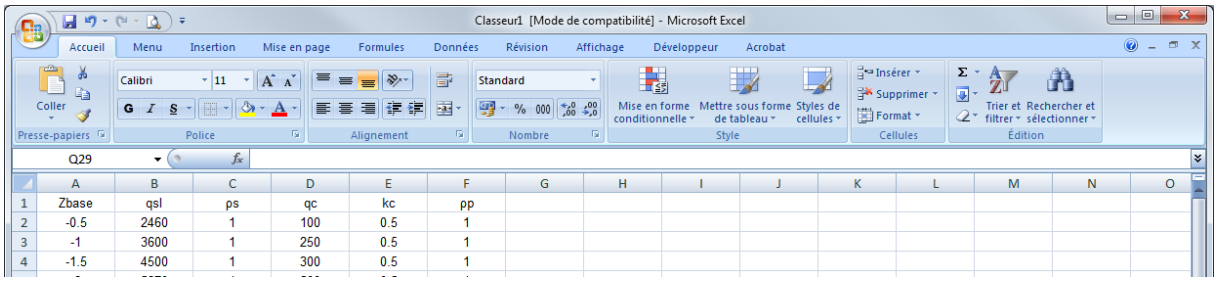

Classeur1 [Mode de compatibilité] - Microsoft Excel
Q29
A B C D E F G H I J K L M N O
1 Zbase qsl ρs pl* kp ρp
2 -0.5 2460 1 800 1 1
3 -1 3600 1 900 1 1
4 -1.5 4500 1 1200 1 1
5 -2 5270 1 1500 1 1

Figure K.32 : Format de feuille de calcul à importer
(autres cadres règlementaires – dimensionnement pressiométrique)

Autres cadres règlementaires – Méthode de dimensionnement pénétrométrique :

Données importées : Z_{base}, q_{sl}, ρ_s, q_c, k_c et ρ_p.



	A	B	C	D	E	F
1	Zbase	qsl	ρs	qc	kc	ρp
2	-0.5	2460	1	100	0.5	1
3	-1	3600	1	250	0.5	1
4	-1.5	4500	1	300	0.5	1

Figure K.33 : Format de feuille de calcul à importer
(autres cadres règlementaires – dimensionnement pénétrométrique)

Les contrôles sur les données sont les mêmes que cités dans le Tableau K.12.

Dans certains cas, si les valeurs importées sortent de l'intervalle acceptable, Fondprof corrige automatiquement les valeurs : par exemple, si des valeurs supérieures à 1 sont saisies dans la feuille de calcul pour les coefficients ρ_p et ρ_s, Fondprof ramène ces valeurs à 1,0 après import.

K.3.4. Onglet "Calculs"

Ce dernier onglet permet de sélectionner un critère d'arrêt pour le calcul.

Il convient de choisir un des trois modes de calcul.

- Charge imposée en tête (choix proposé par défaut) :

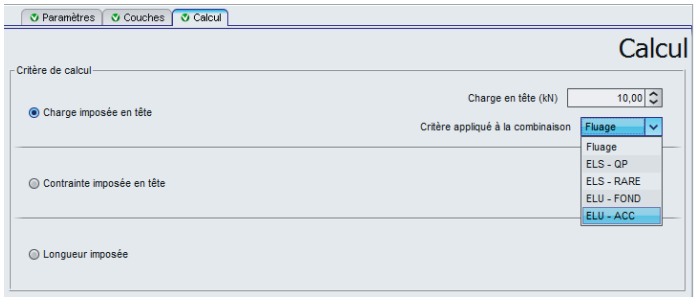


Figure K.34 : Critère de calcul : Charge imposée en tête

- Contrainte imposée en tête :

Figure K.35 : Critère de calcul : Contrainte imposée en tête

- Longueur imposée :

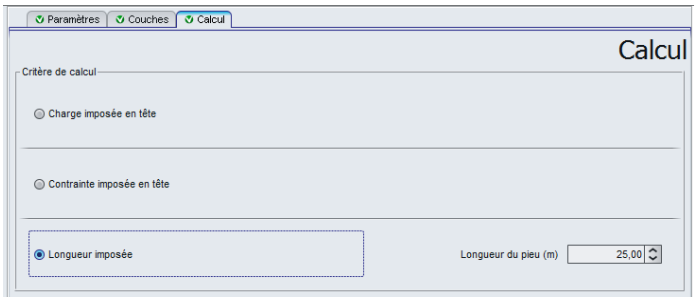


Figure K.36 : Critère de calcul : Longueur imposée

Le tableau suivant décrit les données relatives aux différents critères de calcul :

Désignation	Unité	Valeur par défaut	Condition d'affichage	Valeur obligatoire	Contrôles locaux
Charge en tête	kN	0,00	Si critère "Charge imposée en tête"	Oui	≠ 0
Contrainte en tête	kPa	0,00	Si critère "Contrainte imposée en tête"	Oui	≠ 0
Critère appliqué à la combinaison	-	Première combinaison de la liste associée au cadre règlementaire	Si critère "Charge imposée en tête" ou "Contrainte imposée en tête"	Oui	-
Longueur du pieu	m	0,00	Si critère "Longueur imposée"	Oui	> 0

Tableau K.14 : Critères de calcul

K.3.5. Calcul et résultats

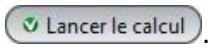
K.3.5.1. Calcul

Le calcul peut se lancer depuis n'importe quel onglet à partir du moment où les onglets sont correctement renseignés, c'est-à-dire lorsqu'ils sont tous marqués d'une croix verte (exemple :

).

Ceux-ci sont marqués d'une croix rouge (exemple :

) tant qu'ils ne sont pas complétés correctement (données manquantes ou non conformes aux valeurs attendues).

Pour lancer le calcul, cliquer sur le bouton 

.

Pour afficher les résultats du calcul, cliquer sur le bouton

.

K.3.5.2. Résultats

La fenêtre ci-dessous permet de choisir le type de résultats à afficher. En effet, différents types de résultats sont accessibles dans le cas du module Fondprof :

- résultats numériques : résultats formatés et tableaux de résultats ;
- résultats graphiques : courbes de portance superposées.

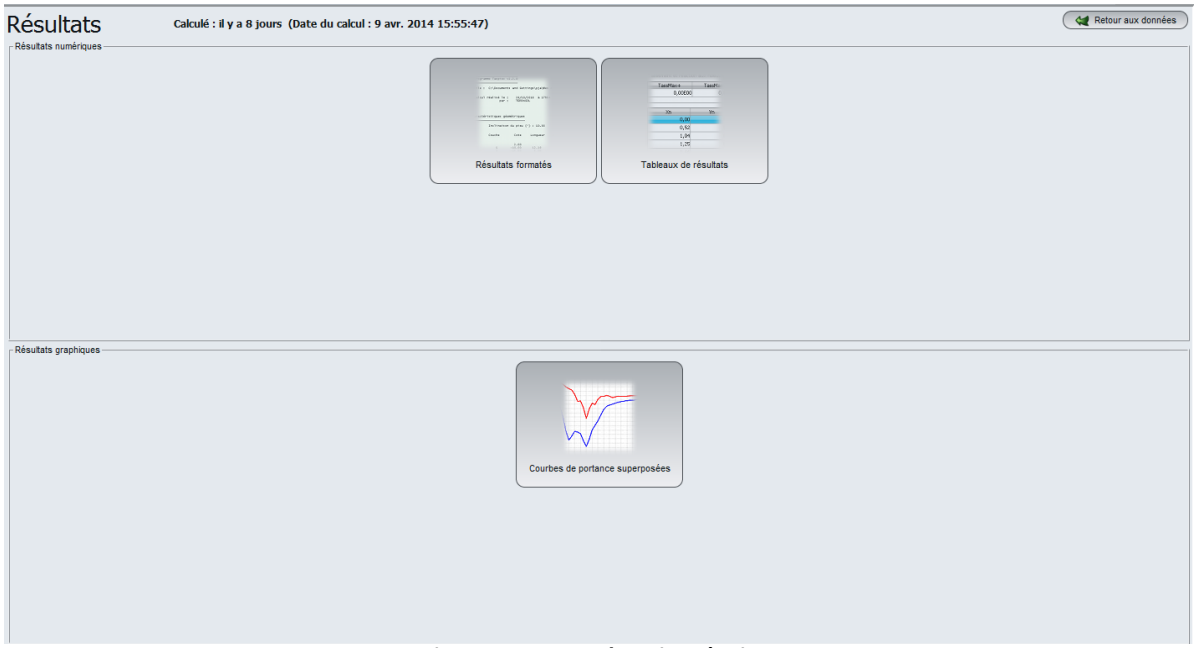

Résultats
Calculé : il y a 8 jours (Date du calcul : 9 avr. 2014 15:55:47)
Retour aux données
Résultats numériques
Résultats formatés
Tableaux de résultats
Résultats graphiques
Courbes de portance superposées

Figure K.37 : Fenêtre des résultats

K.3.5.2.1. Résultats numériques formatés

Les résultats numériques formatés contiennent :

- un rappel des données : les options du calcul, les paramètres généraux, et les caractéristiques des couches ;
- un rappel du critère de calcul ;
- un tableau donnant pour chaque pas de calcul (jusqu'à ce que le critère d'arrêt soit atteint :
  - la couche présente à la cote de calcul ;
  - la cote de calcul (m) ;
  - la valeur du frottement latéral unitaire limite q_{sl} (kPa) à cette cote ;
  - les valeurs de la pression limite équivalente pl_e (kPa) et du facteur de portance pressiométrique k_p calculées à cette cote dans le cas d'un calcul pressiométrique ;
  - les valeurs de la résistance de pointe équivalente q_{ce} (kPa) et du facteur de portance pénétrométrique k_c calculées à cette cote dans le cas d'un calcul pénétrométrique ;
  - la valeur de la charge limite frottement latéral total Q_s (kN) pour un pieu fondé à cette cote ;
  - la valeur de la charge limite de pointe Q_p (kN) pour un pieu fondé à cette cote ;
  - les capacités portantes (kN) pour les différentes combinaisons de charge :
    - cas EC7 : ELS quasi-permanents, ELS caractéristiques, ELU durables et transitoires (fondamentaux) et ELU accidentels ;
    - cas Fascicule 62 : Fluage, ELS quasi-permanents, ELS rare, ELU durables et transitoires (fondamentaux) et ELU accidentels ;
    - cas DTU 13.2 : ELS et ELU ;
    - cas d'un calcul libre : Coef i (une colonne par combinaison).

File : E:\Users\mto\Documents\Foxtav3\fondprof\CAPACITE PROTANTE PIEU ISOLÉ\capacite protante pieu isolé[FP].resu

Calcul réalisé le : 02/09/2013 à 18h19
par : Terrasol

Options du calcul :
- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par points de mesure
- pour pieu de catégorie : 6
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.503	0.615	0.719	0.791
Pointe	0.359	0.439	0.719	0.791

Cote de référence : 2.000

Section du pieu : 0.300
Périmètre : 0.300

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax
01	-7.00	800.0	75.53	1.00	1.65
02	-12.00	2000.0	130.94	1.00	1.65
03	-20.00	900.0	61.31	1.00	1.30
04	-25.00	2200.0	155.95	1.00	1.60

Pas du calcul : 0.40

****
SOLUTION
****

Calcul à longueur imposée : L = 25.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp
01	2.00	75.53	800.0	1.000	0.0	240.0
01	1.60	75.53	800.0	1.084	9.1	260.2
01	1.20	75.53	800.0	1.168	18.1	280.4
01	0.80	75.53	800.0	1.252	27.2	300.6
01	0.40	75.53	800.0	1.337	36.3	320.8
01	0.00	75.53	800.0	1.421	45.3	341.0
01	-0.40	75.53	800.0	1.505	54.4	361.2
01	-0.80	75.53	800.0	1.589	63.4	381.4
01	-1.20	75.53	800.0	1.650	72.5	396.0

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	2.00	75.53	800.0	1.000	0.0	240.0	86.2	105.4	172.6	189.8
01	1.60	75.53	800.0	1.084	9.1	260.2	98.0	119.8	193.6	213.0
01	1.20	75.53	800.0	1.168	18.1	280.4	109.8	134.2	214.6	236.1
01	0.80	75.53	800.0	1.252	27.2	300.6	121.6	148.7	235.7	259.3
01	0.40	75.53	800.0	1.337	36.3	320.8	133.4	163.1	256.7	282.4
01	0.00	75.53	800.0	1.421	45.3	341.0	145.2	177.6	277.7	305.5
01	-0.40	75.53	800.0	1.505	54.4	361.2	157.0	192.0	298.8	328.7
01	-0.80	75.53	800.0	1.589	63.4	381.4	168.8	206.4	319.8	351.8
01	-1.20	75.53	800.0	1.650	72.5	396.0	178.6	218.4	336.9	370.6
01	-1.60	75.53	800.0	1.650	81.6	396.0	183.2	224.0	343.4	377.8
01	-2.00	75.53	800.0	1.650	90.6	396.0	187.8	229.6	349.9	384.9
01	-2.40	75.53	800.0	1.650	99.7	396.0	192.3	235.2	356.4	392.1
01	-2.80	75.53	800.0	1.650	108.8	396.0	196.9	240.7	362.9	399.3
01	-3.20	75.53	800.0	1.650	117.8	396.0	201.4	246.3	369.4	406.4
01	-3.60	75.53	800.0	1.650	126.9	396.0	206.0	251.9	376.0	413.6
01	-4.00	75.53	800.0	1.650	136.0	396.0	210.5	257.5	382.5	420.8
01	-4.40	75.53	800.0	1.650	145.0	396.0	215.1	263.0	389.0	427.9
01	-4.80	75.53	800.0	1.650	154.1	396.0	219.7	268.6	395.5	435.1
01	-5.20	75.53	800.0	1.650	163.1	396.0	224.2	274.2	402.0	442.3
01	-5.60	75.53	800.6	1.650	172.2	396.3	228.9	279.9	408.8	449.7
01	-6.00	75.53	815.0	1.650	181.3	403.4	236.0	288.6	420.4	462.5
01	-6.40	75.53	848.6	1.650	190.3	420.1	246.5	301.5	438.9	482.8
01	-6.80	75.53	901.4	1.650	199.4	446.2	260.5	318.5	464.2	510.7
01	-7.00	75.53	935.0	1.650	203.9	462.8	268.7	328.6	479.4	527.4
02	-7.00	130.94	980.0	1.650	203.9	485.1	276.7	338.4	495.4	545.0
02	-7.40	130.94	1028.0	1.650	219.6	508.9	293.2	358.5	523.8	576.2
02	-7.80	130.94	1112.0	1.650	235.4	550.4	316.0	386.4	565.0	621.6
02	-8.20	130.94	1208.0	1.650	251.1	598.0	341.0	416.9	610.5	671.6
02	-8.60	130.94	1304.0	1.650	266.8	645.5	365.9	447.4	655.9	721.6
02	-9.00	130.94	1400.0	1.650	282.5	693.0	390.9	478.0	701.4	771.6
02	-9.40	130.94	1496.0	1.650	298.2	740.5	415.8	508.5	746.8	821.6
02	-9.80	130.94	1592.0	1.650	313.9	788.0	440.8	539.0	792.3	871.7
02	-10.20	130.94	1688.0	1.650	329.6	835.6	465.8	569.5	837.8	921.7
02	-10.60	130.94	1783.1	1.650	345.3	882.6	490.6	599.9	882.9	971.3
02	-11.00	130.94	1856.4	1.650	361.1	918.9	511.5	625.5	920.3	1012.5
02	-11.40	130.94	1899.6	1.650	376.8	940.3	527.1	644.5	947.0	1041.8
02	-11.80	130.94	1912.5	1.650	392.5	946.7	537.3	657.0	962.9	1059.3
02	-12.00	130.94	1907.7	1.650	400.3	944.3	540.4	660.8	966.8	1063.6
03	-12.00	61.31	1896.9	1.300	400.3	739.8	467.0	571.0	819.7	901.8
03	-12.40	61.31	1869.4	1.300	407.7	729.1	466.8	570.8	817.3	899.2
03	-12.80	61.31	1821.2	1.300	415.1	710.3	463.8	567.1	809.1	890.1
03	-13.20	61.31	1766.2	1.300	422.4	688.8	459.8	562.2	799.0	879.0
03	-13.60	61.31	1711.2	1.300	429.8	667.4	455.8	557.3	788.9	867.9
03	-14.00	61.31	1656.2	1.300	437.1	645.9	451.8	552.4	778.7	856.7
03	-14.40	61.31	1601.2	1.300	444.5	624.5	447.8	547.5	768.6	845.6
03	-14.80	61.31	1546.2	1.300	451.8	603.0	443.8	542.6	758.5	834.4
03	-15.20	61.31	1491.2	1.300	459.2	581.6	439.8	537.7	748.3	823.3
03	-15.60	61.31	1436.2	1.300	466.6	560.1	435.8	532.8	738.2	812.1
03	-16.00	61.31	1381.2	1.300	473.9	538.7	431.8	527.9	728.1	801.0
03	-16.40	61.31	1326.2	1.300	481.3	517.2	427.8	523.0	717.9	789.8
03	-16.80	61.31	1271.2	1.300	488.6	495.8	423.8	518.2	707.8	778.7
03	-17.20	61.31	1216.2	1.300	496.0	474.3	419.8	513.3	697.7	767.5
03	-17.60	61.31	1161.3	1.300	503.3	452.9	415.8	508.4	687.5	756.4
03	-18.00	61.31	1106.3	1.300	510.7	431.4	411.8	503.5	677.4	745.2
03	-18.40	61.31	1051.3	1.300	518.1	410.0	407.8	498.6	667.3	734.1
03	-18.80	61.31	1005.2	1.300	525.4	392.0	405.0	495.2	659.6	725.7
03	-19.20	61.31	989.9	1.300	532.8	386.1	406.6	497.1	660.7	726.8
03	-19.60	61.31	1006.5	1.300	540.1	392.6	412.6	504.5	670.6	737.7
03	-20.00	61.31	1054.8	1.300	547.5	411.4	423.1	517.3	689.4	758.5
03	-20.00	61.31	1054.8	1.300	547.5	411.4	423.1	517.3	689.4	758.5
04	-20.00	155.95	1095.0	1.600	547.5	525.6	464.1	567.4	771.5	848.8
04	-20.40	155.95	1147.0	1.600	566.2	550.6	482.4	589.9	802.9	883.4
04	-20.80	155.95	1238.0	1.600	584.9	594.2	507.5	620.6	847.8	932.7
04	-21.20	155.95	1342.0	1.600	603.6	644.2	534.9	654.0	897.2	987.0
04	-21.60	155.95	1446.0	1.600	622.3	694.1	562.2	687.4	946.5	1041.3
04	-22.00	155.95	1550.0	1.600	641.1	744.0	589.5	720.9	995.9	1095.6
04	-22.40	155.95	1654.0	1.600	659.8	793.9	616.9	754.3	1045.2	1149.9
04	-22.80	155.95	1758.0	1.600	678.5	843.8	644.2	787.7	1094.6	1204.2
04	-23.00	155.95	1810.0	1.600	687.8	868.8	657.9	804.4	1119.2	1231.3

Figure K.38 : Résultats numériques formatés (cas du cadre règlement EC7)

K.3.5.2.2. Tableau de résultats

Il s'agit globalement des mêmes résultats que ceux détaillés pour les résultats formatés au chapitre précédent mais présentés cette fois sous la forme de tableau, et sans la partie de rappel des données.

Les valeurs de pl_e/k_p ou q_{ce}/k_c sont toutefois remplacées dans le tableau par l'affichage de la colonne q_{pl} (contrainte limite en pointe, en kPa).

Exporter Retour

Résultats

z	q_{sl}	q_{pl}	QS	QP	Q-ELS-QP	Q-ELS-CARAC	Q-ELU-FOND	Q-ELU-ACC
2,000	75,53	800,00	0,0	240,0	86,2	105,4	172,6	189,8
1,600	75,53	867,31	9,1	260,2	98,0	119,8	193,6	213,0
1,200	75,53	934,62	18,1	280,4	109,8	134,2	214,6	236,1
0,800	75,53	1001,90	27,2	300,6	121,6	148,7	235,7	259,3
0,400	75,53	1069,20	36,3	320,8	133,4	163,1	256,7	282,4
0,000	75,53	1136,50	45,3	341,0	145,2	177,6	277,7	305,6
-0,400	75,53	1203,90	54,4	361,2	157,0	192,0	298,8	328,7
-0,800	75,53	1271,20	63,4	381,4	168,8	206,4	319,8	351,8
-1,200	75,53	1320,00	72,5	396,0	178,6	218,4	336,9	370,6
-1,600	75,53	1320,00	81,6	396,0	183,2	224,0	343,4	377,8
-2,000	75,53	1320,00	90,6	396,0	187,8	229,6	349,9	384,9
-2,400	75,53	1320,00	99,7	396,0	192,3	235,2	356,4	392,1
-2,800	75,53	1320,00	108,8	396,0	196,9	240,7	362,9	399,3
-3,200	75,53	1320,00	117,8	396,0	201,4	246,3	369,4	406,4
-3,600	75,53	1320,00	126,9	396,0	206,0	251,9	376,0	413,6
-4,000	75,53	1320,00	136,0	396,0	210,6	257,5	382,5	420,8
-4,400	75,53	1320,00	145,0	396,0	215,1	263,0	389,0	427,9
-4,800	75,53	1320,00	154,1	396,0	219,7	268,6	395,5	435,1
-5,200	75,53	1320,00	163,1	396,0	224,2	274,2	402,0	442,3
-5,600	75,53	1321,00	172,2	396,3	228,9	279,9	408,8	449,7
-6,000	75,53	1344,80	181,3	403,4	236,0	288,6	420,4	462,5
-6,400	75,53	1400,20	190,3	420,1	246,5	301,5	438,9	482,8
-6,800	75,53	1487,30	199,4	446,2	260,5	318,5	464,2	510,7
-7,000	75,53	1542,80	203,9	462,8	268,7	328,6	479,4	527,4
-7,000	130,94	1617,00	203,9	485,1	276,7	338,4	495,4	545,0
-7,400	130,94	1696,20	219,6	508,9	293,2	358,5	523,8	576,2
-7,800	130,94	1834,80	235,4	550,4	316,0	386,4	565,0	621,6
-8,200	130,94	1993,20	251,1	598,0	341,0	416,9	610,4	671,6
-8,600	130,94	2151,60	266,8	645,5	365,9	447,4	655,9	721,6
-9,000	130,94	2310,00	282,5	693,0	390,9	478,0	701,4	771,6
-9,400	130,94	2468,40	298,2	740,5	415,8	508,5	746,8	821,6

Figure K.39 : Tableau de résultats (cas du cadre règlement EC7)

K.3.5.2.3. Résultats graphiques : courbes de portance superposées

Ce graphique permet de visualiser la capacité portante du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur. Comme pour les résultats formatés, les combinaisons affichées dépendent du cadre règlementaire choisi :

- cas EC7 : ELS quasi-permanents, ELS caractéristiques, ELU durables et transitoires (fondamentaux) et ELU accidentels ;
- cas Fascicule 62 : Fluage, ELS quasi-permanents, ELS rare, ELU durables et transitoires (fondamentaux) et ELU accidentels ;
- cas DTU 13.2 : ELS et ELU ;
- cas d'un calcul libre : Coef i (une colonne par combinaison créée sur l'onglet "Paramètres").

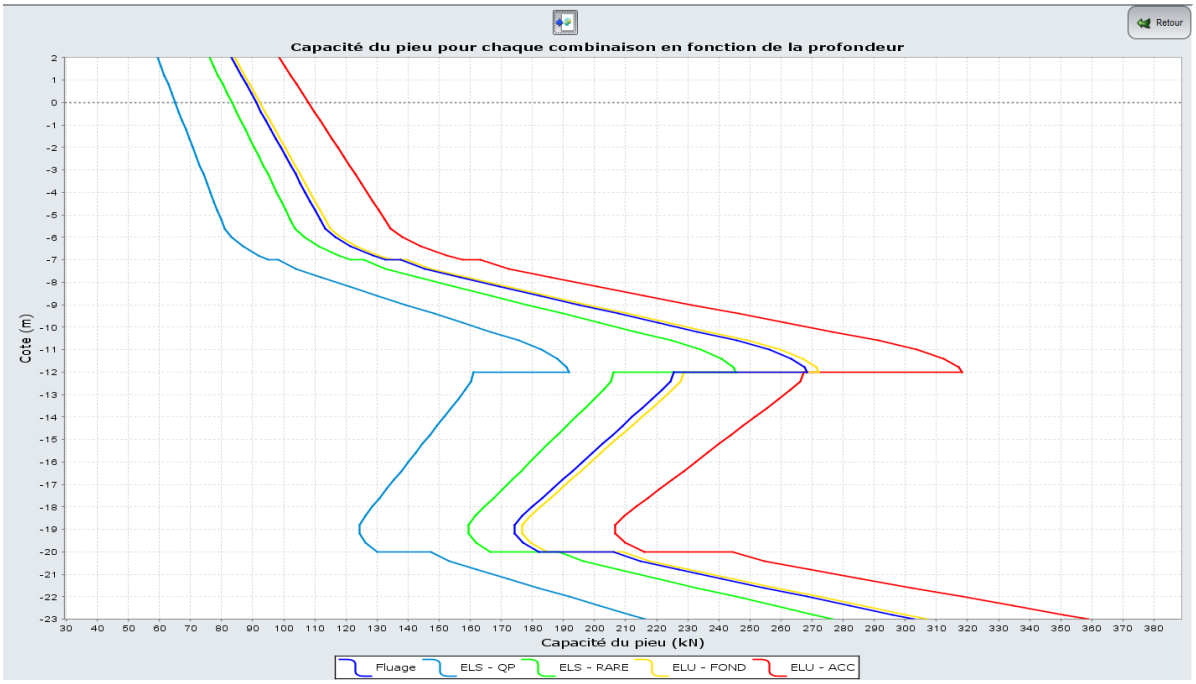
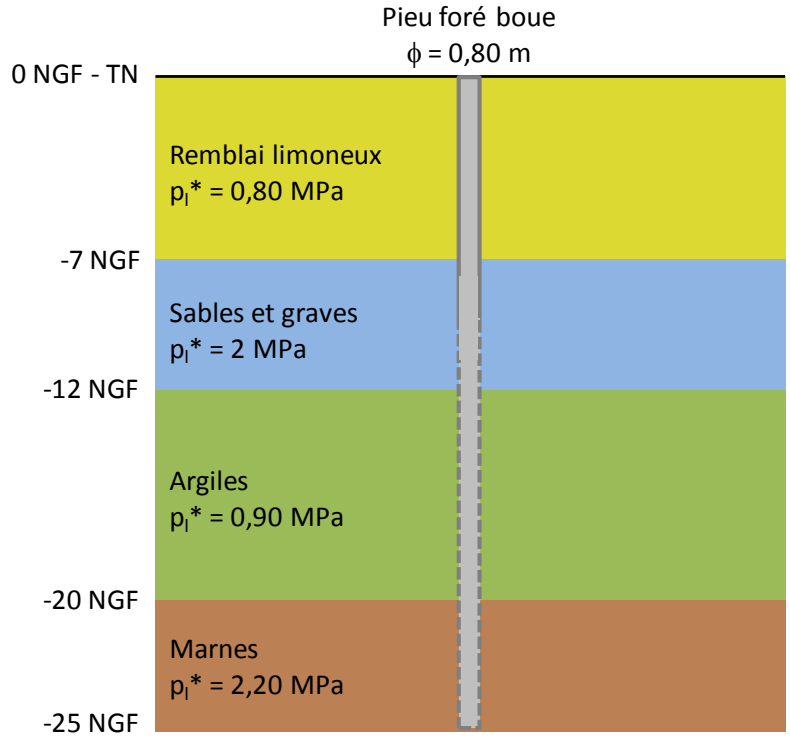


Figure K.40 : Courbes de portance superposées (cas du cadre règlement EC7)

K.4. Exemples de calcul

K.4.1. Exemple 1

Cet exemple traite le cas d'une fondation profonde isolée dans un massif de sol non homogène : l'objet de l'exercice est d'évaluer la capacité portante verticale au sens de la norme NF.P 94-262 d'application de l'Eurocode 7 pour les fondations profondes.



Il s'agit de déterminer, pour un pieu circulaire en béton (ϕ800 mm) mis en œuvre par forage à la boue, la capacité portante en fonction de la profondeur de l'ancrage, et de déterminer à quelle profondeur est atteinte la contrainte maximale dans le béton.

K.4.1.1. Calcul de la portance pour une profondeur de pieu donnée

Double cliquer sur l'icône Foxta pour lancer le programme, choisir le type de connexion et la langue souhaités puis cliquer sur le bouton OK.

K.4.1.1.1. Saisie des données

A l'ouverture de l'application, Foxta propose :

- De créer un nouveau projet,
- D'ouvrir un projet existant,
- D'ouvrir automatiquement le dernier projet utilisé.

Dans le cas de cet exemple :

- Choisir de créer un nouveau projet en sélectionnant le radio-bouton ◉ Nouveau projet.
- Cliquer sur le bouton OK.

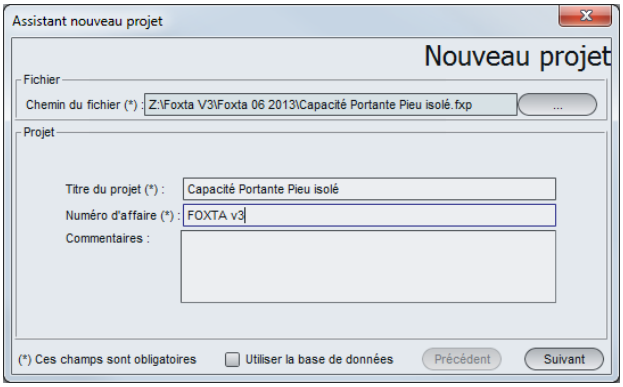
Assistant Nouveau projet

Cadre "Fichier"

- Renseigner le chemin du projet en cliquant sur le bouton [...].
- Donner un nom au projet et l'enregistrer.

Cadre "Projet"

- Donner un titre au projet,
- Saisir un numéro d'affaire,
- Compléter avec un commentaire si besoin,
- Laisser la case "Utiliser la base de données" décochée (nous n'utiliserons pas la base de données pour cet exemple), et cliquer sur le bouton [Suivant].



Assistant nouveau projet : Choix des modules

Sélectionner le module FONDPROF, puis cliquer sur le bouton [Créer].

La fenêtre de saisie des données FONDPROF apparaît alors. Il convient de compléter les différents onglets de données proposés.

K.4.1.1.2. Onglet "Paramètres"

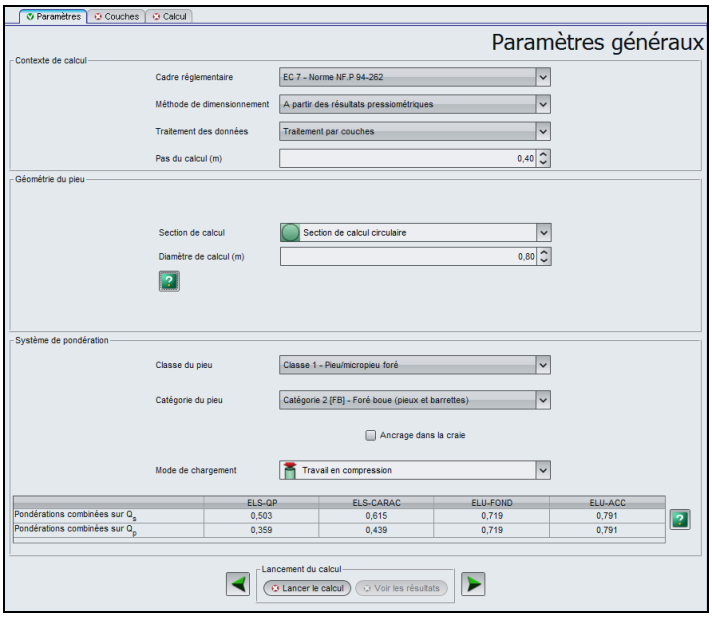
Cet onglet concerne les paramètres généraux du calcul.

Cadre "Contexte du calcul"

- Cadre réglementaire : EC 7 – Norme NF.P 94-262.
- Méthode de dimensionnement : A partir de résultats pressiométriques.
- Traitement des données : Traitement par couches.
- Pas du calcul (m) : 0,40 m.

Nota : Le traitement par couches permet de rentrer une seule valeur de pression limite moyenne par couche. Ce traitement est adapté au cas d'un modèle géotechnique prédéfini

par l'utilisateur. Dans ce cas, la valeur de pression limite est prise homogène sur toute la hauteur de la couche (voir chapitre K.3.2.1.2).



<u>Cadre "Géométrie du pieu"</u>

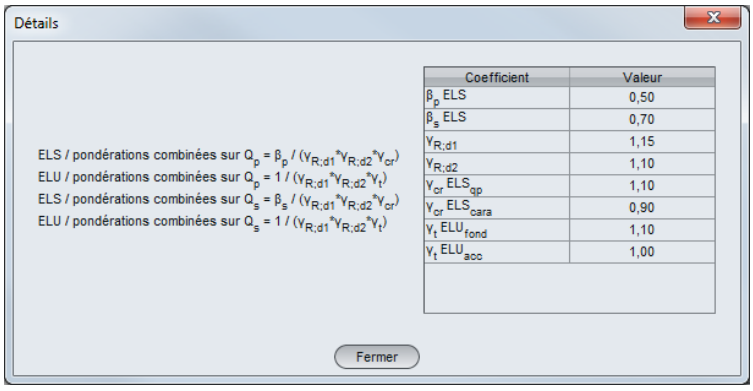
- Section de calcul : Section de calcul circulaire.
- Diamètre de calcul (m) : 0,80 m.

<u>Cadre "Système de pondération"</u>

- Classe du pieu : Classe 1 – Pieu/micropieu foré.
- Catégorie du pieu : Catégorie 2 [FB] – Foré boue (pieux et barrettes).
- Ancrage dans la craie : Décochée.
- Mode de chargement : Travail en compression.

Nota : Les pondérations appliquées sur Q_s et Q_p dépendent désormais également de la nature de la couche d'ancrage (craie ou non).

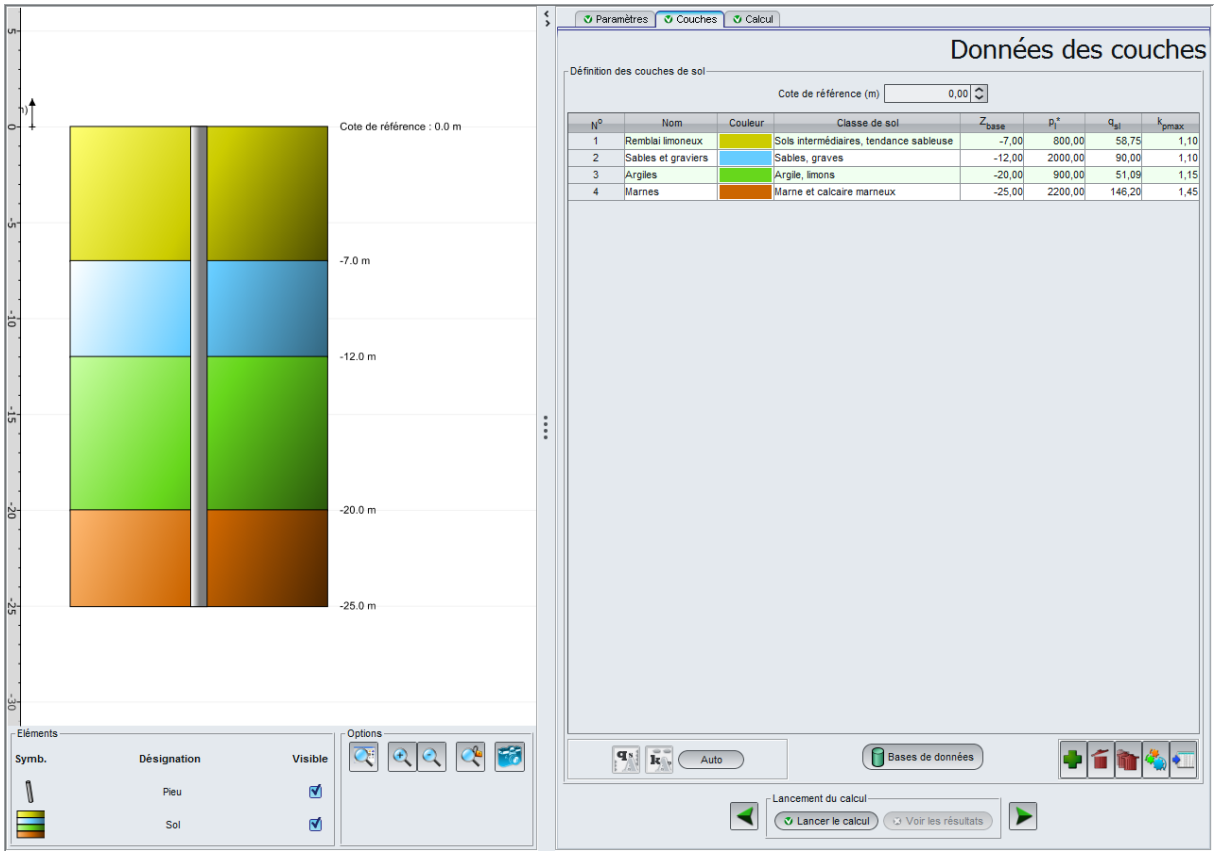
Le détail des pondérations du projet peut être affiché en cliquant sur le bouton .



Pour passer à l'onglet suivant, cliquer soit sur le nom de l'onglet "Couches", soit sur le bouton .

K.4.1.1.3. Onglet "Couches"

Cet onglet permet la définition des couches de sol.



Cote de référence (m) : 0,00 m.

Cliquer sur le bouton pour créer chacune des couches.

Saisir pour les différentes couches de sol :

- Classe de sol.
- Cote de base de la couche Z_{base} (m).
  Nota : Le modèle doit s'arrêter en-dessous de la base des fondations. En cas d'incertitude sur la longueur de celles-ci, prévoir plusieurs mètres de marge.
- Valeur moyenne de la pression limite p_l^* (kPa).
- Valeur du frottement unitaire limite q_{sl} (kPa).
- Valeur du facteur de portance maximal k_{pmax} (valable à partir d'un ancrage équivalent de 5 diamètres).

Nom	Classe de sol	Z_{base} (m)	p_l^* (kPa)	q_{sl} (kPa)	k_{pmax} (-)
Remblai limoneux	Sols intermédiaires, tendance sableuse	-7	800	58,75	1,10
Sables et graves	Sables, graves	-12	2000	90,00	1,10
Argiles	Argiles, limons	-20	900	51,09	1,15
Marnes	Marnes et calcaire marneux	-25	2200	146,20	1,45

Les valeurs de q_{sl} et de k_{pmax} peuvent être saisies à la main ou calculées avec les assistants correspondants, accessibles en bas du cadre "Définition des couches de sol". Dans le cas présent, nous pouvons utiliser l'assistant automatique pour décrit ci-dessous.

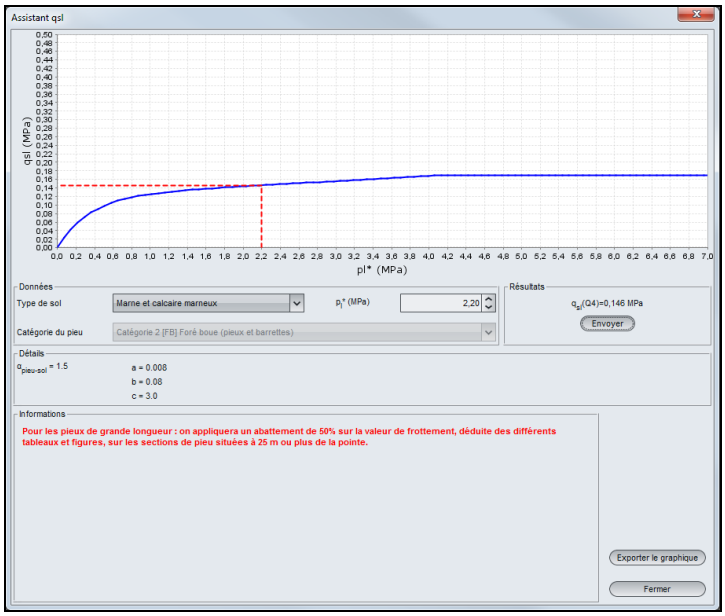
Assistant automatique pour q_{sl} et k_{pmax}

Un clic sur le bouton Auto permet de calculer automatiquement les valeurs de q_{sl} et de k_{pmax} pour toutes les couches de sol.

Mais dans le cas général, il est également possible d'utiliser les assistant q_{sl} et k_{pmax} individuellement pour chaque couche :

Assistant pour q_{sl}

Sélectionner la couche de sol concernée puis cliquer sur le bouton pour lancer l'assistant.


Assistant qsl
qsl (MPa)
pl* (MPa)
Données
Type de sol
Marne et calcaire marneux
pl* (MPa)
2,20
Catégorie du pieu
Catégorie 2 [FB] Foré boue (pieux et barrettes)
Résultats
qsl(Q4)=0,146 MPa
Envoyer
Détails
αpieu-sol = 1.5
a = 0.008
b = 0.08
c = 3.0
Informations
Pour les pieux de grande longueur : on appliquera un abattement de 50% sur la valeur de frottement, déduite des différents tableaux et figures, sur les sections de pieu situées à 25 m ou plus de la pointe.
Exporter le graphique
Fermer

- Cadre "Données"

  L'assistant reprend les données saisies précédemment pour la couche sélectionnée (type de sol, valeur de p_l*) ainsi que la catégorie de pieu choisie. Si les données de la couche n'ont pas encore été renseignées, il est possible de les saisir dans l'assistant.

- Cadre "Détails"

  Le paramètre $\alpha_{pieu\text{-}sol}$ et les valeurs de a, b et c sont calculés automatiquement en fonction des données saisie dans le cadre "Données" et sont affichées ici.

- Cadre "Informations"

  Quand il y en a besoin, des informations complémentaires nécessaires pour déterminer q_{sl} sont détaillées.

- Graphique

  Le graphique affiche en bleu la courbe de q_{sl} en fonction de p_l*. Le tracé en rouge permet la lecture de la valeur de q_{sl} obtenue pour la valeur de p_l* saisie.

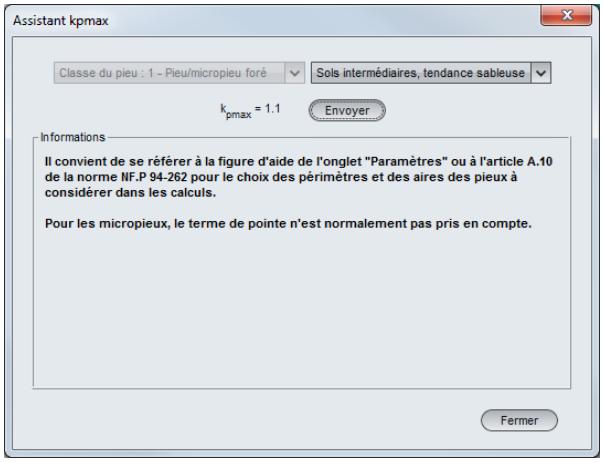
- Cadre "Résultats"

  Quand les paramètres proposés conviennent, un clic sur le bouton Envoyer permet d'envoyer la valeur q_{sl} vers le tableau de définition des couches pour la couche de sol sélectionnée.

Cliquer sur le bouton Fermer et recommencer l'opération pour chacune des couches de sol.

Assistant pour k_{pmax}

Sélectionner la couche de sol concernée puis cliquez sur le bouton pour lancer l'assistant.


Assistant kpmax
Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré
Sols intermédiaires, tendance sableuse
kpmax = 1.1
Envoyer
Informations
Il convient de se référer à la figure d'aide de l'onglet "Paramètres" ou à l'article A.10 de la norme NF.P 94-262 pour le choix des périmètres et des aires des pieux à considérer dans les calculs.
Pour les micropieux, le terme de pointe n'est normalement pas pris en compte.
Fermer

L'assistant reprend la classe de pieu choisie ainsi que le type de sol de la couche sélectionnée s'il a déjà été saisi, sinon il convient de le renseigner.

Quand il y en a besoin, des informations complémentaires nécessaires pour déterminer q_{sl} sont détaillées.

La valeur de k_{pmax} est alors calculée. Un clic sur le bouton Envoyer permet d'envoyer cette valeur dans projet, pour la couche de sol sélectionnée.

Cliquer sur le bouton Fermer et recommencer l'opération pour chacune des couches de sol.

K.4.1.1.4. Onglet "Calcul"

Cet onglet concerne les critères que l'on retient pour le dimensionnement de la fondation.

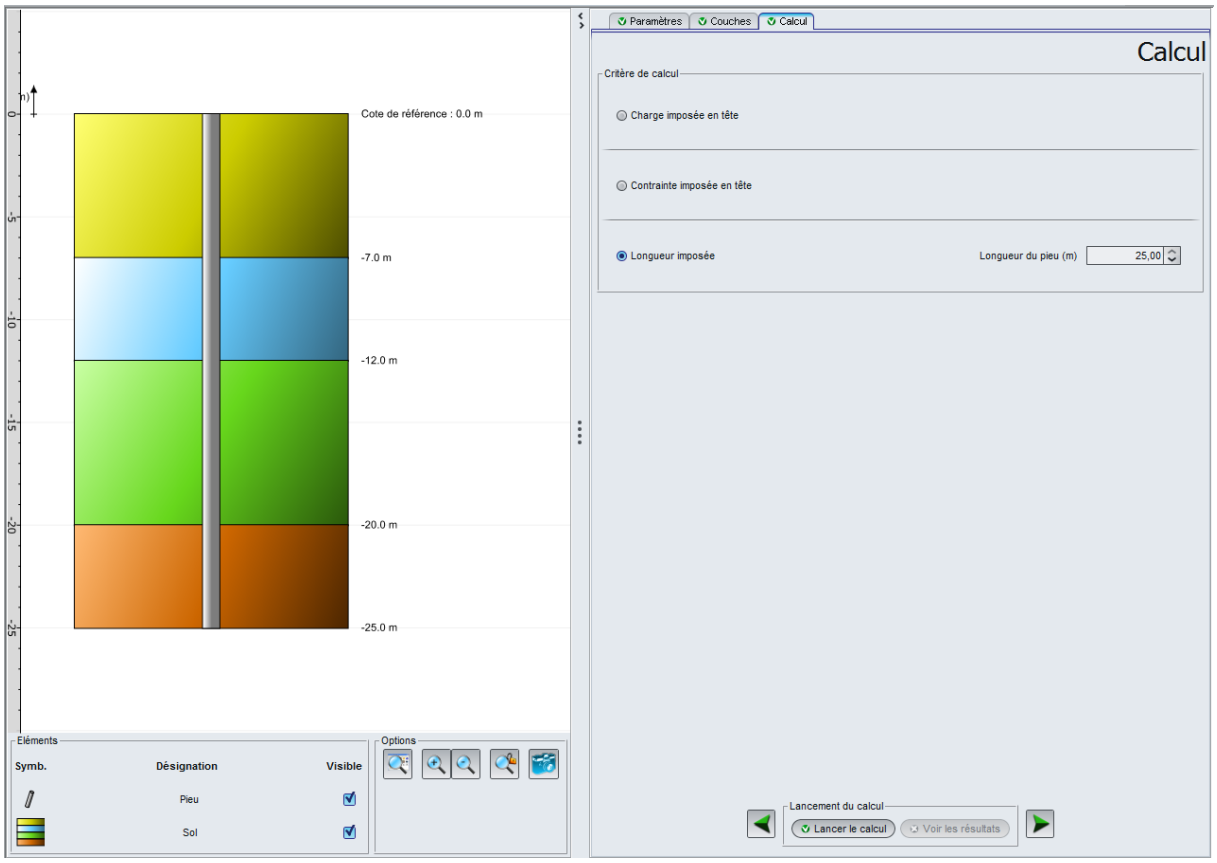
Trois options sont possibles :

- "Charge imposée en tête" : le logiciel recherche automatiquement la longueur de fondation permettant de reprendre la charge appliquée en tête.
- "Contrainte imposée en tête" : le logiciel recherche automatiquement la longueur de fondation permettant de reprendre la contrainte appliquée en tête.
- "Longueur imposée" : le logiciel calcule la portance de la fondation pour tous les pas de calcul jusqu'à arriver à la longueur maximale fixée par l'utilisateur.

On souhaite ici analyser la variation de la portance en fonction de la profondeur :

- Sélectionner "Longueur imposée" : 25 m.

Enregistrer le projet.



K.4.1.1.5. Calcul et Résultats

Calcul

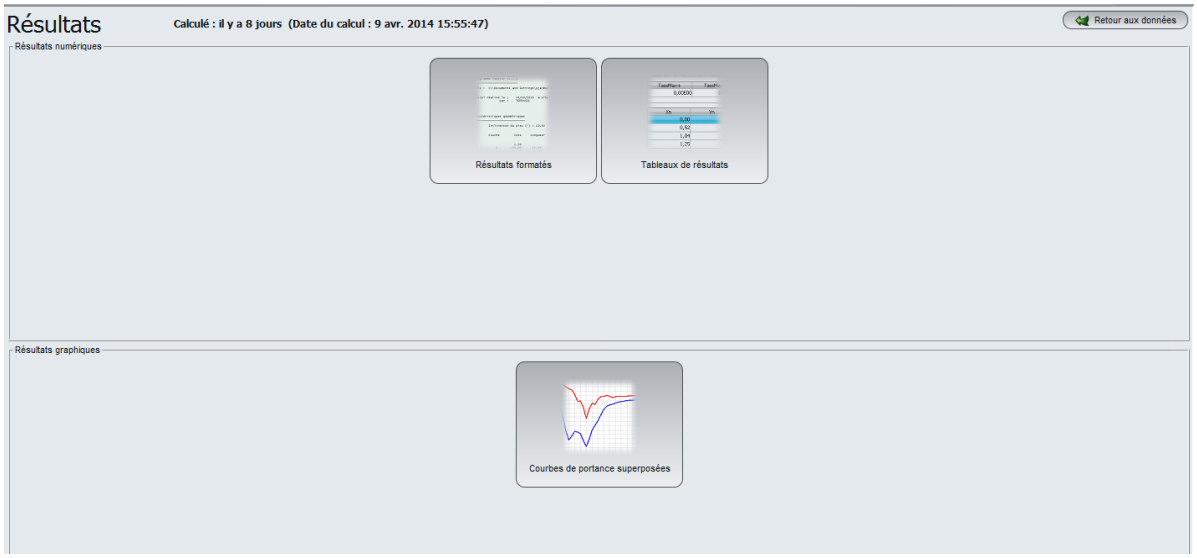
Tant que les onglets ne sont pas tous correctement renseignés, le bouton permettant de lancer le calcul s'affiche marqué d'une croix rouge : Lancer le calcul.

Une fois que toutes les données sont correctement saisies, le bouton Lancer le calcul est alors actif, ce bouton étant accessible depuis tous les onglets.

Un clic sur ce bouton lancera le calcul.

Résultats

Pour accéder aux résultats sous forme de tableaux et de graphiques, cliquer sur le bouton Voir les résultats.


Résultats
Calculé : il y a 8 jours (Date du calcul : 9 avr. 2014 15:55:47)
Retour aux données
Résultats numériques
Résultats formatés
Tableaux de résultats
Résultats graphiques
Courbes de portance superposées

Cadre "Résultats numériques"

Les "Résultats formatés" et les "Tableaux de résultats" sont accessibles en cliquant sur le bouton associé.

Résultats formatés

Diminution de p_{le}*

Tout copier | Copier uniquement la sélection

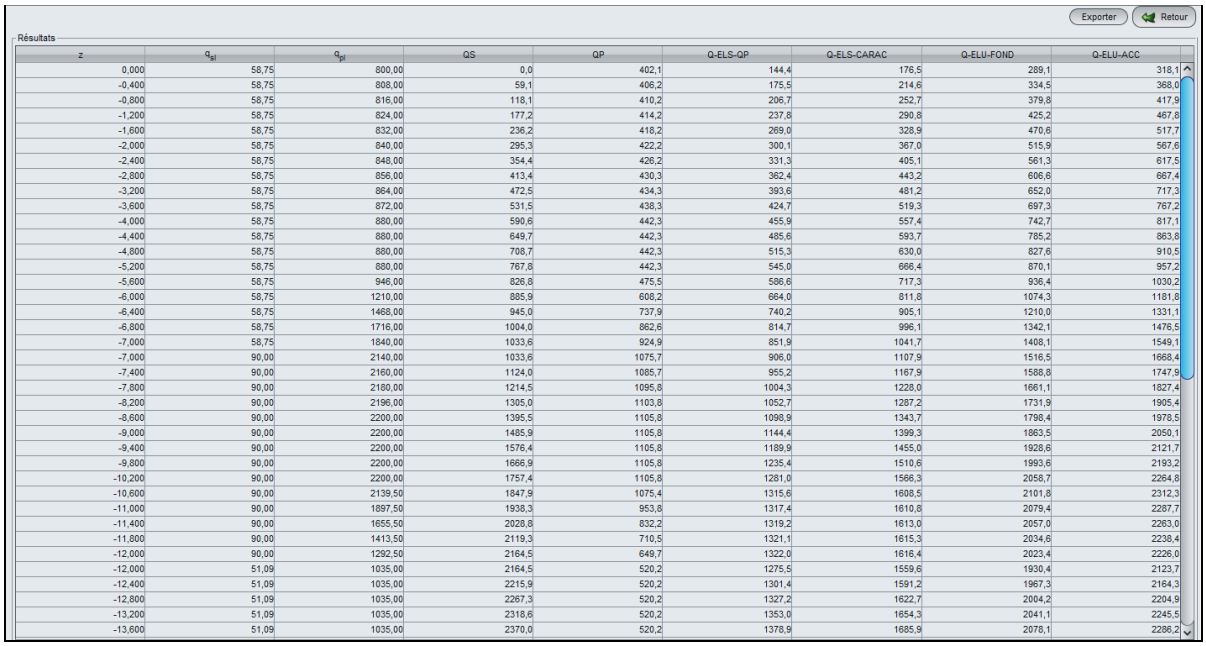
Calcul à longueur imposée : L = 25.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	58.75	800.0	1.000	0.0	402.1	144.4	176.5	289.1	318.1
01	-0.40	58.75	800.0	1.010	59.1	406.1	175.5	214.6	334.5	368.0
01	-0.80	58.75	800.0	1.020	118.1	410.2	206.7	252.7	379.8	417.9
01	-1.20	58.75	800.0	1.030	177.2	414.2	237.8	290.8	425.2	467.8
01	-1.60	58.75	800.0	1.040	236.2	418.2	269.0	328.9	470.6	517.7
01	-2.00	58.75	800.0	1.050	295.3	422.2	300.1	367.0	515.9	567.6
01	-2.40	58.75	800.0	1.060	354.4	426.3	331.3	405.1	561.3	617.5
01	-2.80	58.75	800.0	1.070	413.4	430.3	362.4	443.1	606.6	667.4
01	-3.20	58.75	800.0	1.080	472.5	434.3	393.6	481.2	652.0	717.3
01	-3.60	58.75	800.0	1.090	531.5	438.3	424.7	519.3	697.3	767.2
01	-4.00	58.75	800.0	1.100	590.6	442.3	455.9	557.4	742.7	817.1
01	-4.40	58.75	800.0	1.100	649.7	442.3	485.6	593.7	785.1	863.8
01	-4.80	58.75	800.0	1.100	708.7	442.3	515.3	630.1	827.6	910.5
01	-5.20	58.75	800.0	1.100	767.8	442.3	545.0	666.4	870.1	957.2
01	-5.60	58.75	860.0	1.100	826.8	475.5	586.6	717.3	936.4	1030.2
01	-6.00	58.75	1100.0	1.100	885.9	608.2	664.0	811.8	1074.3	1181.8
01	-6.40	58.75	1340.0	1.096	945.0	737.9	740.2	905.1	1210.0	1331.1
01	-6.80	58.75	1580.0	1.086	1004.0	862.6	814.7	996.1	1342.1	1476.5
01	-7.00	58.75	1700.0	1.082	1033.6	924.9	851.9	1041.7	1408.1	1549.1
02	-7.00	90.00	2000.0	1.070	1033.6	1075.7	906.0	1107.9	1516.5	1668.4
02	-7.40	90.00	2000.0	1.080	1124.0	1085.7	955.2	1167.9	1588.8	1747.9
02	-7.80	90.00	2000.0	1.090	1214.5	1095.8	1004.3	1228.0	1661.1	1827.4
02	-8.20	90.00	2000.0	1.098	1305.0	1103.8	1052.7	1287.2	1731.9	1905.4
02	-8.60	90.00	2000.0	1.100	1395.5	1105.8	1098.9	1343.7	1798.4	1978.5
02	-9.00	90.00	2000.0	1.100	1485.9	1105.8	1144.1	1399.3	1865.6	2052.6
02	-9.40	90.00	2000.0	1.100	1576.4	1105.8	1189.9	1455.0	1928.6	2121.7
02	-9.80	90.00	2000.0	1.100	1666.9	1105.8	1235.4	1510.6	1993.6	2193.2
02	-10.20	90.00	2000.0	1.100	1757.4	1105.8	1281.0	1566.3	2058.7	2264.8
02	-10.60	90.00	1945.0	1.100	1847.9	1075.4	1315.6	1608.5	2101.8	2312.3
02	-11.00	90.00	1725.0	1.100	1938.3	953.8	1317.4	1610.8	2079.4	2287.7
02	-11.40	90.00	1505.0	1.100	2028.8	832.1	1319.2	1613.0	2057.0	2263.0
02	-11.80	90.00	1285.0	1.100	2119.3	710.5	1321.1	1615.3	2034.6	2238.4
02	-12.00	90.00	1175.0	1.100	2164.5	649.7	1322.0	1616.4	2023.4	2226.0
03	-12.00	51.09	900.0	1.150	2164.5	520.2	1275.5	1559.6	1930.4	2123.7
03	-12.40	51.09	900.0	1.150	2215.9	520.2	1301.4	1591.2	1967.3	2164.3
03	-12.80	51.09	900.0	1.150	2267.3	520.2	1327.2	1622.7	2004.2	2204.9
03	-13.20	51.09	900.0	1.150	2318.6	520.2	1353.0	1654.3	2041.1	2245.5
03	-13.60	51.09	900.0	1.150	2370.0	520.2	1378.9	1685.9	2078.1	2286.2
03	-14.00	51.09	900.0	1.150	2421.3	520.2	1404.7	1717.5	2115.0	2326.8
03	-14.40	51.09	900.0	1.150	2472.7	520.2	1430.5	1749.1	2151.9	2367.4
03	-14.80	51.09	900.0	1.150	2524.0	520.2	1456.4	1780.7	2188.8	2408.0
03	-15.20	51.09	900.0	1.150	2575.4	520.2	1482.2	1812.3	2225.8	2448.7
03	-15.60	51.09	900.0	1.150	2626.8	520.2	1508.0	1843.8	2262.7	2489.3
03	-16.00	51.09	900.0	1.150	2678.1	520.2	1533.9	1875.4	2299.6	2529.9
03	-16.40	51.09	900.0	1.150	2729.5	520.2	1559.7	1907.0	2336.6	2570.5
03	-16.80	51.09	900.0	1.150	2780.8	520.2	1585.5	1938.6	2373.5	2611.2
03	-17.20	51.09	900.0	1.150	2832.2	520.2	1611.4	1970.2	2410.4	2651.8
03	-17.60	51.09	900.0	1.150	2883.6	520.2	1637.2	2001.8	2447.3	2692.4
03	-18.00	51.09	900.0	1.150	2934.9	520.2	1663.0	2033.4	2484.3	2733.0
03	-18.40	51.09	900.0	1.150	2986.3	520.2	1688.9	2064.9	2521.2	2773.7
03	-18.80	51.09	1095.0	1.150	3037.6	633.0	1755.2	2146.0	2639.2	2903.4
03	-19.20	51.09	1355.0	1.150	3089.0	783.3	1835.0	2243.6	2784.2	3063.0
03	-19.60	51.09	1615.0	1.150	3140.4	933.6	1914.7	2341.1	2929.1	3222.5

Les résultats formatés fournissent :

- Un rappel des paramètres du calcul.
- Les résultats pour les différents pas de calcul. Sont notamment disponibles les capacités portantes pour les différentes combinaisons de charge : ELS quasi-permanents, ELS caractéristiques, ELU durables et transitoires (fondamentaux) et ELU accidentels.

Tableaux de résultats



Résultats

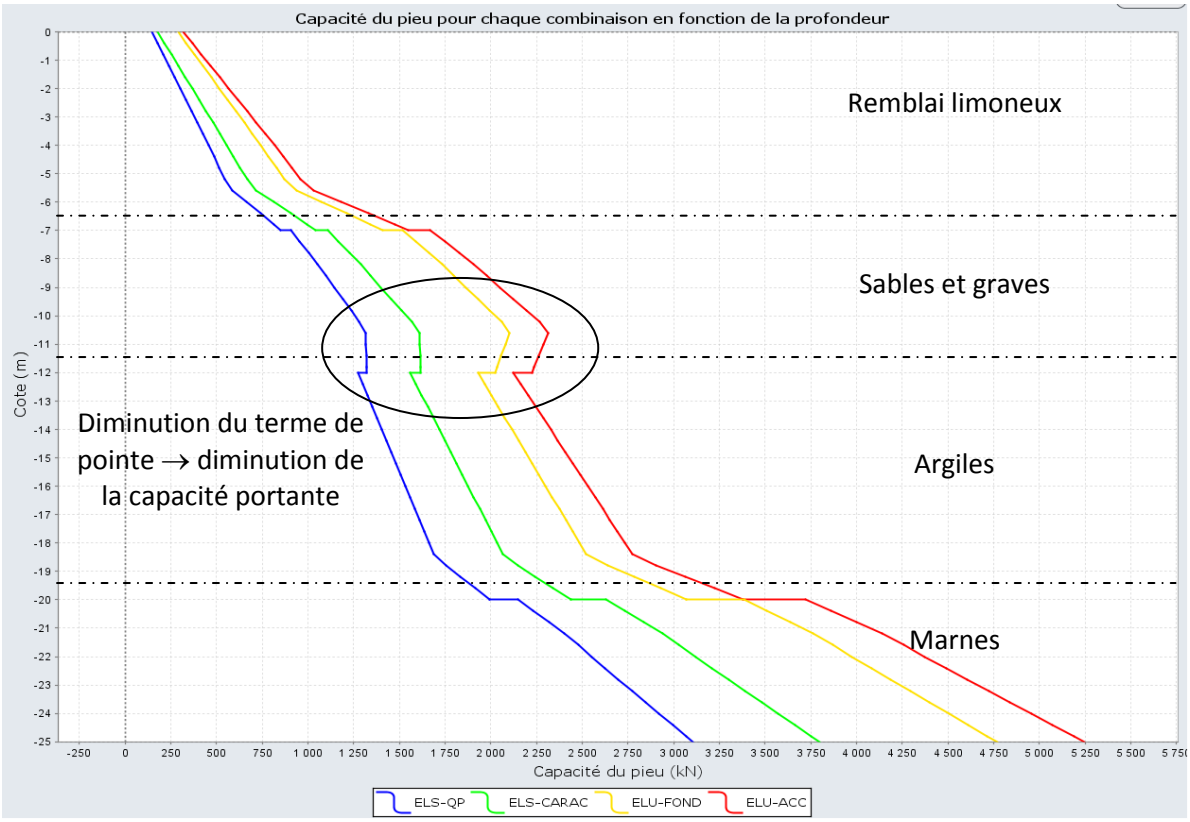
Exporter | Retour

z	q_{sl}	q_{pl}	QS	QP	Q-ELS-QP	Q-ELS-CARAC	Q-ELU-FOND	Q-ELU-ACC
0,000	58,75	800,00	0,0	402,1	144,4	176,5	289,1	318,1
-0,400	58,75	808,00	59,1	406,2	175,5	214,6	334,5	368,0
-0,800	58,75	816,00	118,1	410,2	206,7	252,7	379,8	417,9
-1,200	58,75	824,00	177,2	414,2	237,8	290,8	425,2	467,8
-1,600	58,75	832,00	236,2	418,2	269,0	328,9	470,6	517,7
-2,000	58,75	840,00	295,3	422,2	300,1	367,0	515,9	567,6
-2,400	58,75	848,00	354,4	426,2	331,3	405,1	561,3	617,5
-2,800	58,75	856,00	413,4	430,3	362,4	443,2	606,6	667,4
-3,200	58,75	864,00	472,5	434,3	393,6	481,2	652,0	717,3
-3,600	58,75	872,00	531,5	438,3	424,7	519,3	697,3	767,2
-4,000	58,75	880,00	590,6	442,3	455,9	557,4	742,7	817,1
-4,400	58,75	880,00	649,7	442,3	485,6	593,7	785,2	863,8
-4,800	58,75	880,00	708,7	442,3	515,3	630,0	827,6	910,5
-5,200	58,75	880,00	767,8	442,3	545,0	666,4	870,1	957,2
-5,600	58,75	946,00	826,8	475,5	586,6	717,3	936,4	1030,2
-6,000	58,75	1210,00	885,9	608,2	664,0	811,8	1074,3	1181,8
-6,400	58,75	1468,00	945,0	737,9	740,2	905,1	1210,0	1331,1
-6,800	58,75	1716,00	1004,0	862,6	814,7	996,1	1342,1	1476,5
-7,000	58,75	1840,00	1033,6	924,9	851,9	1041,7	1408,1	1549,1
-7,000	90,00	2140,00	1033,6	1075,7	906,0	1107,9	1516,5	1668,4
-7,400	90,00	2160,00	1124,0	1085,7	955,2	1167,9	1588,8	1747,9
-7,800	90,00	2180,00	1214,5	1095,8	1004,3	1228,0	1661,1	1827,4
-8,200	90,00	2196,00	1305,0	1103,8	1052,7	1287,2	1731,9	1905,4
-8,600	90,00	2200,00	1395,5	1105,8	1098,9	1343,7	1798,4	1978,5
-9,000	90,00	2200,00	1485,9	1105,8	1144,4	1399,3	1863,5	2050,1
-9,400	90,00	2200,00	1576,4	1105,8	1189,9	1455,0	1928,6	2121,7
-9,800	90,00	2200,00	1666,9	1105,8	1235,4	1510,6	1993,6	2193,2
-10,200	90,00	2200,00	1757,4	1105,8	1281,0	1566,3	2058,7	2264,8
-10,600	90,00	2139,50	1847,9	1075,4	1315,6	1608,5	2101,8	2312,3
-11,000	90,00	1897,50	1938,3	953,8	1317,4	1610,8	2079,4	2287,7
-11,400	90,00	1655,50	2028,8	832,2	1319,2	1613,0	2057,0	2263,0
-11,800	90,00	1413,50	2119,3	710,5	1321,1	1615,3	2034,6	2238,4
-12,000	90,00	1292,50	2164,5	649,7	1322,0	1616,4	2023,4	2226,0
-12,000	51,09	1035,00	2164,5	520,2	1275,5	1559,6	1930,4	2123,7
-12,400	51,09	1035,00	2215,9	520,2	1301,4	1591,2	1967,3	2164,3
-12,800	51,09	1035,00	2267,3	520,2	1327,2	1622,7	2004,2	2204,9
-13,200	51,09	1035,00	2318,6	520,2	1353,0	1654,3	2041,1	2245,5
-13,600	51,09	1035,00	2370,0	520,2	1378,9	1685,9	2078,1	2286,2

Le tableau de résultats fournit, pour chaque pas de calcul, les résultats présentés précédemment : capacités portantes pour les ELS quasi-permanents, ELS caractéristiques, ELU durables et transitoires (fondamentaux) et ELU accidentels.

Cadre "Résultats graphiques"

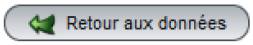
Le résultat "Courbes de portance superposées" est accessible en cliquant sur le bouton associé.



Ce graphique fournit les différentes capacités portantes jusqu'à la profondeur demandée de 25 m.

K.4.1.2. Calcul de la portance pour une contrainte dans le pieu donnée

On souhaite ici déterminer à quelle longueur de pieu est atteinte une contrainte dans le béton de 5 MPa.

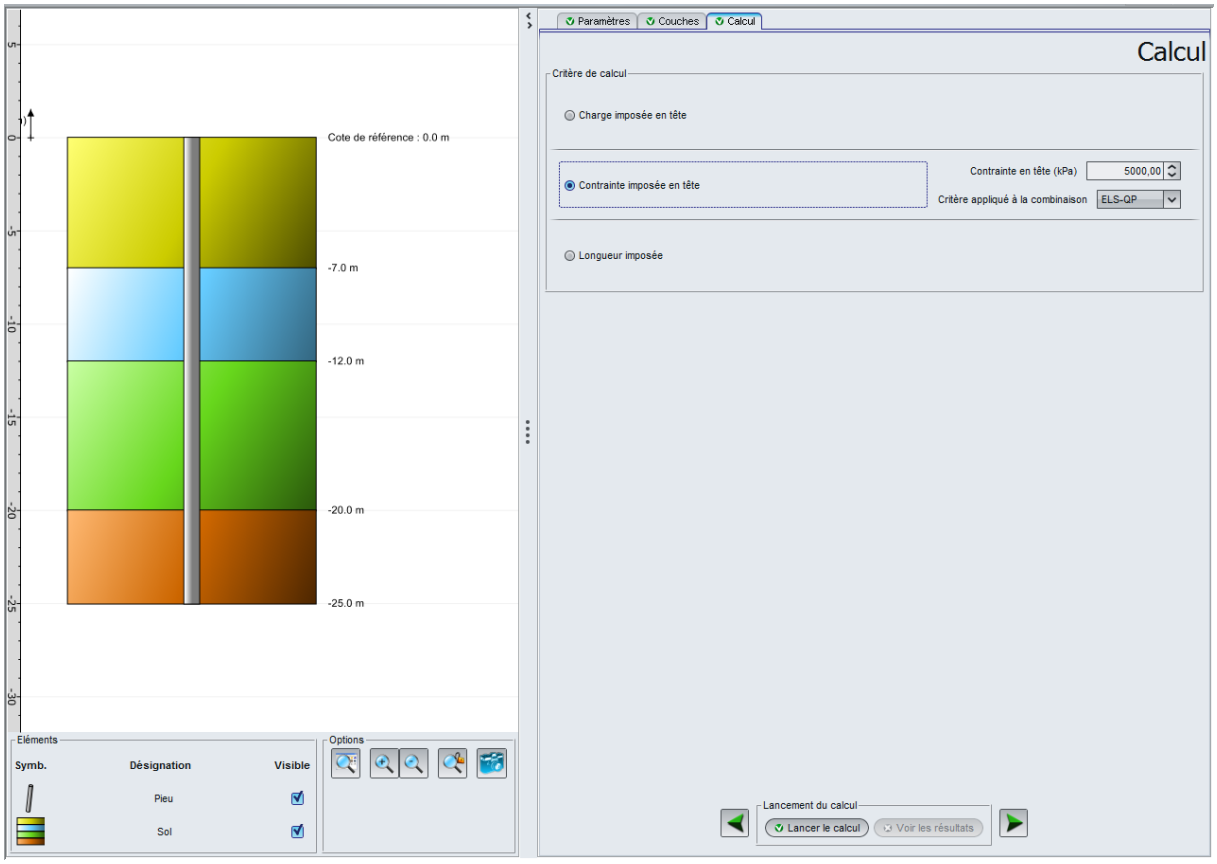
Retourner aux données en cliquant sur le bouton 

. Seul l'onglet "Calcul" va être modifié.

K.4.1.2.1. Onglet "Calcul"

Saisir cette fois :

- Contrainte imposée en tête : 5000 kPa.
- Critère appliqué à la combinaison : ELS-QP.



Relancer à présent le calcul en cliquant sur le bouton

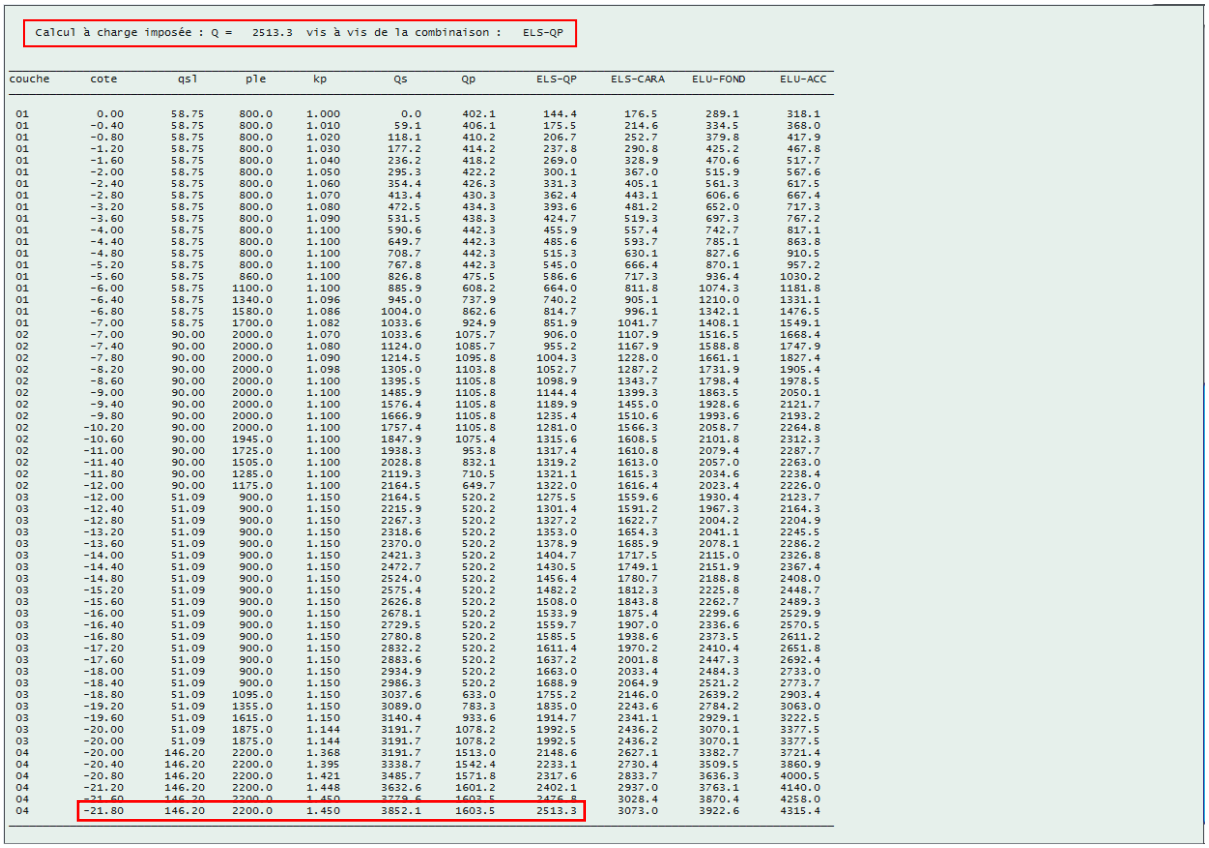
puis cliquer sur le bouton

.

K.4.1.2.2. Calcul et Résultats

Cadre "Résultats numériques"

Résultats formatés



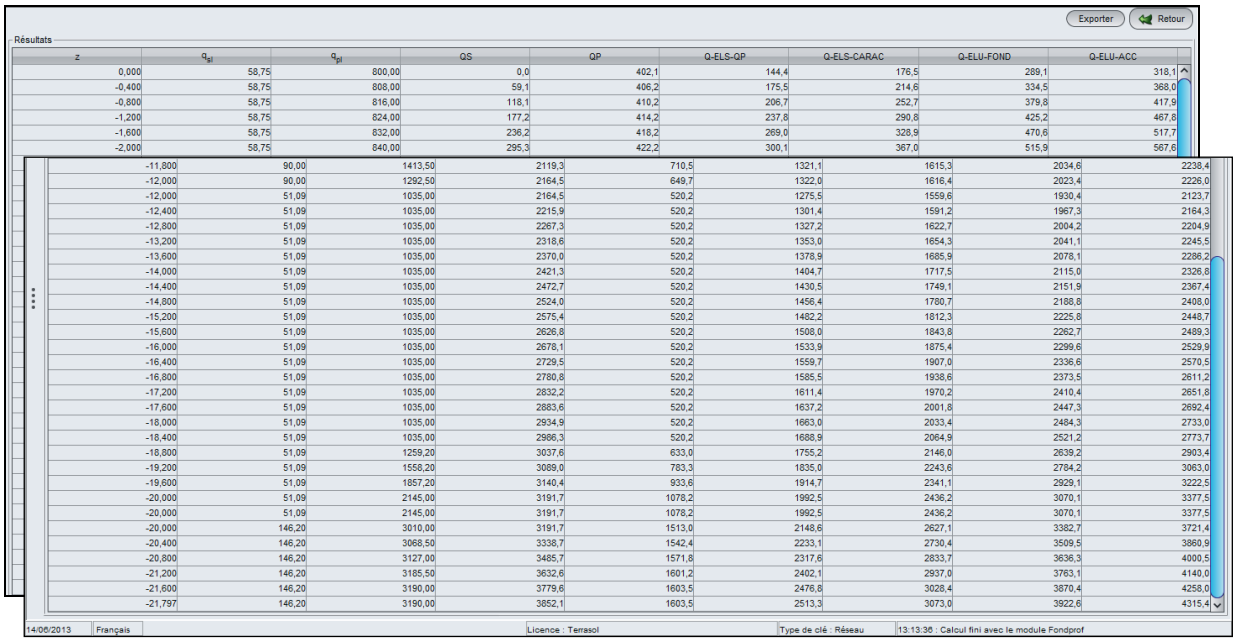
Calcul à charge imposée : Q = 2513.3 vis à vis de la combinaison : ELS-QP

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	58.75	800.0	1.000	0.0	402.1	144.4	176.5	289.1	318.1
01	-0.40	58.75	800.0	1.010	59.1	406.1	175.5	214.6	334.5	368.0
01	-0.80	58.75	800.0	1.020	118.1	410.2	206.7	252.7	379.8	417.9
01	-1.20	58.75	800.0	1.030	177.2	414.2	237.8	290.8	425.2	467.8
01	-1.60	58.75	800.0	1.040	236.2	418.2	269.0	328.9	470.6	517.7
01	-2.00	58.75	800.0	1.050	295.3	422.2	300.1	367.0	515.9	567.6
01	-2.40	58.75	800.0	1.060	354.4	426.3	331.3	405.1	561.3	617.5
01	-2.80	58.75	800.0	1.070	413.4	430.3	362.4	443.1	606.6	667.4
01	-3.20	58.75	800.0	1.080	472.5	434.3	393.6	481.2	652.0	717.3
01	-3.60	58.75	800.0	1.090	531.5	438.3	424.7	519.3	697.3	767.2
01	-4.00	58.75	800.0	1.100	590.6	442.3	455.9	557.4	742.7	817.1
01	-4.40	58.75	800.0	1.100	649.7	442.3	485.6	593.7	785.1	863.8
01	-4.80	58.75	800.0	1.100	708.7	442.3	515.3	630.1	827.6	910.5
01	-5.20	58.75	800.0	1.100	767.8	442.3	545.0	666.4	870.1	957.2
01	-5.60	58.75	860.0	1.100	826.8	475.5	586.6	717.3	936.4	1030.2
01	-6.00	58.75	1100.0	1.100	885.9	608.2	664.0	811.8	1074.3	1181.8
01	-6.40	58.75	1340.0	1.096	945.0	737.9	740.2	905.1	1210.0	1331.1
01	-6.80	58.75	1580.0	1.086	1004.0	862.6	814.7	996.1	1342.1	1476.5
01	-7.00	58.75	1700.0	1.082	1033.6	924.9	851.9	1041.7	1408.1	1549.1
02	-7.00	90.00	2000.0	1.070	1033.6	1075.7	906.0	1107.9	1516.5	1668.4
02	-7.40	90.00	2000.0	1.080	1124.0	1085.7	955.2	1167.9	1588.8	1747.9
02	-7.80	90.00	2000.0	1.090	1214.5	1095.8	1004.3	1228.0	1661.1	1827.4
02	-8.20	90.00	2000.0	1.098	1305.0	1103.8	1052.7	1287.2	1731.9	1905.4
02	-8.60	90.00	2000.0	1.100	1395.5	1105.8	1098.9	1343.7	1798.4	1978.5
02	-9.00	90.00	2000.0	1.100	1485.9	1105.8	1144.4	1399.3	1863.5	2050.1
02	-9.40	90.00	2000.0	1.100	1576.4	1105.8	1189.9	1455.0	1928.6	2121.7
02	-9.80	90.00	2000.0	1.100	1666.9	1105.8	1235.4	1510.6	1993.6	2193.2
02	-10.20	90.00	2000.0	1.100	1757.4	1105.8	1281.0	1566.3	2058.7	2264.8
02	-10.60	90.00	1945.0	1.100	1847.9	1075.4	1315.6	1608.5	2101.8	2312.3
02	-11.00	90.00	1725.0	1.100	1938.3	953.8	1317.4	1610.8	2079.4	2287.7
02	-11.40	90.00	1505.0	1.100	2028.8	832.1	1319.2	1613.0	2057.0	2263.0
02	-11.80	90.00	1285.0	1.100	2119.3	710.5	1321.1	1615.3	2034.6	2238.4
02	-12.00	90.00	1175.0	1.100	2164.5	649.7	1322.0	1616.4	2023.4	2226.0
03	-12.00	51.09	900.0	1.150	2164.5	520.2	1275.5	1559.6	1930.4	2123.7
03	-12.40	51.09	900.0	1.150	2215.9	520.2	1301.4	1591.2	1967.3	2164.3
03	-12.80	51.09	900.0	1.150	2267.3	520.2	1327.2	1622.7	2004.2	2204.9
03	-13.20	51.09	900.0	1.150	2318.6	520.2	1353.0	1654.3	2041.1	2245.5
03	-13.60	51.09	900.0	1.150	2370.0	520.2	1378.9	1685.9	2078.1	2286.2
03	-14.00	51.09	900.0	1.150	2421.3	520.2	1404.7	1717.5	2115.0	2326.8
03	-14.40	51.09	900.0	1.150	2472.7	520.2	1430.5	1749.1	2151.9	2367.4
03	-14.80	51.09	900.0	1.150	2524.0	520.2	1456.4	1780.7	2188.8	2408.0
03	-15.20	51.09	900.0	1.150	2575.4	520.2	1482.2	1812.3	2225.8	2448.7
03	-15.60	51.09	900.0	1.150	2626.8	520.2	1508.0	1843.8	2262.7	2489.3
03	-16.00	51.09	900.0	1.150	2678.1	520.2	1533.9	1875.4	2299.6	2529.9
03	-16.40	51.09	900.0	1.150	2729.5	520.2	1559.7	1907.0	2336.6	2570.5
03	-16.80	51.09	900.0	1.150	2780.8	520.2	1585.5	1938.6	2373.5	2611.2
03	-17.20	51.09	900.0	1.150	2832.2	520.2	1611.4	1970.2	2410.4	2651.8
03	-17.60	51.09	900.0	1.150	2883.6	520.2	1637.2	2001.8	2447.3	2692.4
03	-18.00	51.09	900.0	1.150	2934.9	520.2	1663.0	2033.4	2484.3	2733.0
03	-18.40	51.09	900.0	1.150	2986.3	520.2	1688.9	2064.9	2521.2	2773.7
03	-18.80	51.09	1095.0	1.150	3037.6	633.0	1755.2	2146.0	2639.2	2903.4
03	-19.20	51.09	1355.0	1.150	3089.0	783.3	1835.0	2243.6	2784.2	3063.0
03	-19.60	51.09	1615.0	1.150	3140.4	933.6	1914.7	2341.1	2929.1	3222.5
03	-20.00	51.09	1875.0	1.144	3191.7	1078.2	1992.5	2436.2	3070.1	3377.5
03	-20.00	51.09	1875.0	1.144	3191.7	1078.2	1992.5	2436.2	3070.1	3377.5
04	-20.00	146.20	2200.0	1.368	3191.7	1513.0	2148.6	2627.1	3382.7	3721.4
04	-20.40	146.20	2200.0	1.395	3338.7	1542.4	2233.1	2730.4	3509.5	3860.9
04	-20.80	146.20	2200.0	1.421	3485.7	1571.8	2317.6	2833.7	3636.3	4000.5
04	-21.20	146.20	2200.0	1.448	3632.6	1601.2	2402.1	2937.0	3763.1	4140.0
04	-21.60	146.20	2200.0	1.450	3779.6	1603.5	2415.8	3028.4	3870.4	4258.0
04	-21.80	146.20	2200.0	1.450	3852.1	1603.5	2513.3	3073.0	3922.6	4315.4

Les résultats formatés fournissent cette fois les résultats précédents jusqu'à la profondeur pour laquelle la contrainte sur la section du pieu atteint 5 MPa, soit une charge $Q = 5\ MPa * S_{pieu} \approx 2{,}51\ MN$.

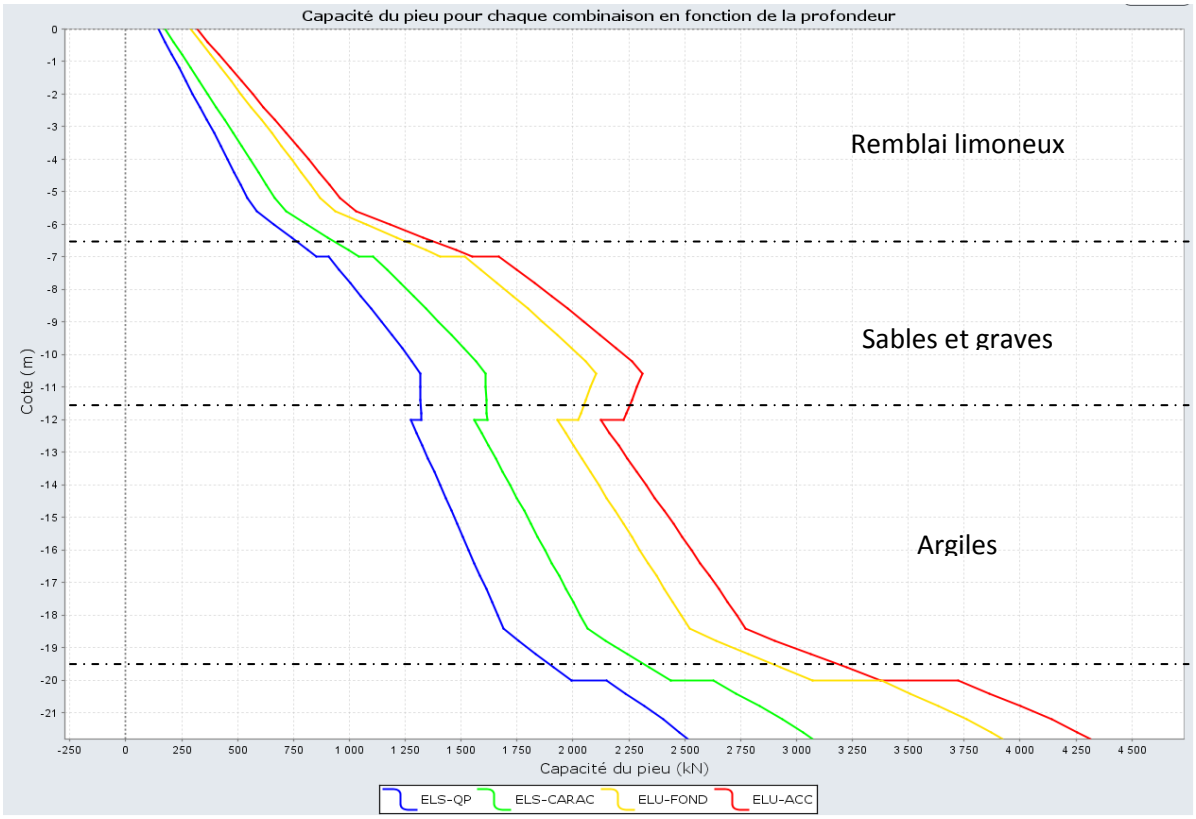
La capacité portante à l'ELS_{qp} atteint cette valeur pour un pieu ancré à la cote -21,80. Il est donc inutile de prolonger les pieux au-delà de cette profondeur, car le facteur limitant sera alors la résistance du béton et non plus la capacité portante de la fondation.

Tableaux de résultats



De même, le tableau de résultats fournit cette fois les résultats précédents jusqu'à la profondeur -21,80°m.

Cadre "Résultats graphiques"

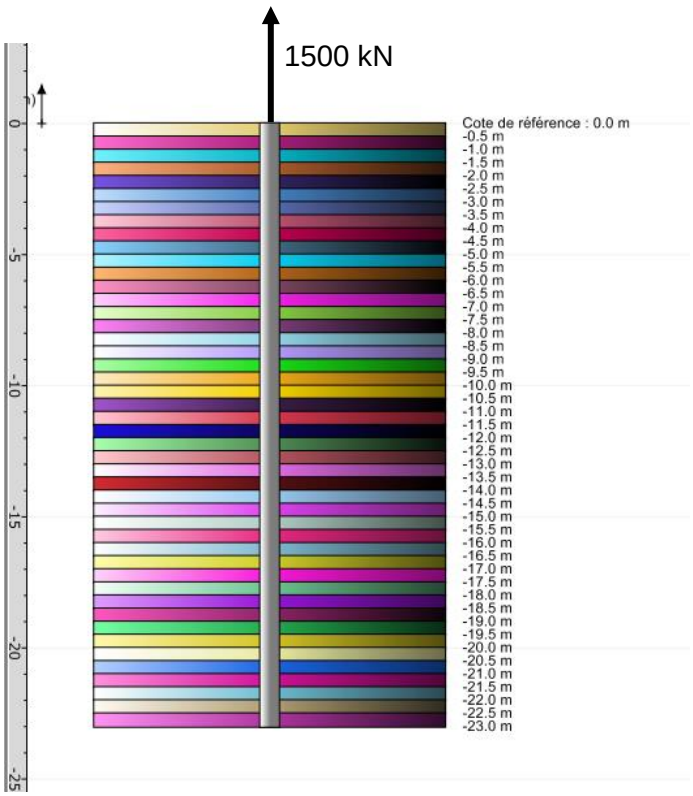


De même, le graphique des capacités portantes en fonction de la profondeur fournit cette fois les résultats précédents jusqu'à la profondeur -21,80 m.

K.4.2. Exemple 2

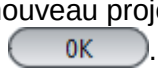
Cet exemple traite du cas d'un profilé HEA 800 (h = 0,8 m et b = 0,3 m) battu dans des sables, et travaillant en traction. Les données de sol sont issues de résultats CPT (pénétromètres statiques) et seront importées à partir d'un fichier Excel®.

Le chargement imposé en tête est de 1500 kN en traction, en combinaison ELU Fondamentale.



K.4.2.1. Saisie des données

- Choisir de créer un nouveau projet en sélectionnant le radio-bouton

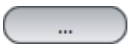
;
- Cliquer sur le bouton 

.

Si Foxta est déjà ouvert, cliquer sur le menu 'Fichier', 'Nouveau projet'.

K.4.2.1.1. Assistant Nouveau projet

Cadre "Fichier" :

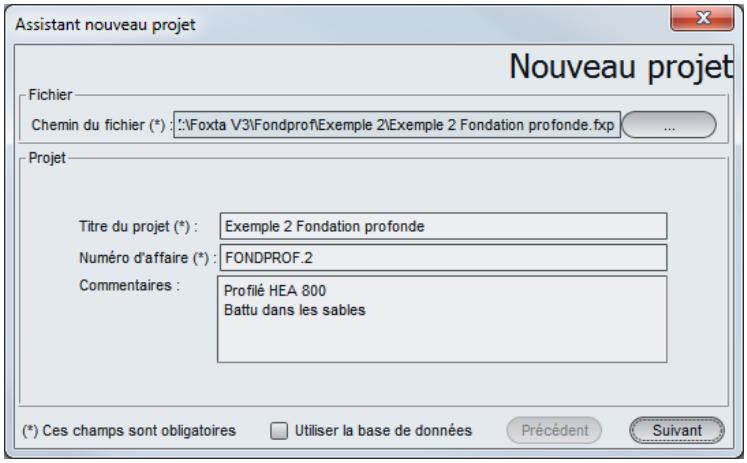
- Renseigner le chemin du fichier en cliquant sur le bouton 

;
- Donner un nom au fichier et l'enregistrer.

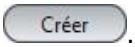
Cadre "Projet" :

- Donner un titre au projet ;
- Saisir un numéro d'affaire ;
- Compléter avec un commentaire si besoin ;
- Laisser la case 'Utiliser la base de données' décochée (nous n'utiliserons pas la base de données pour cet exemple), et cliquer sur le bouton

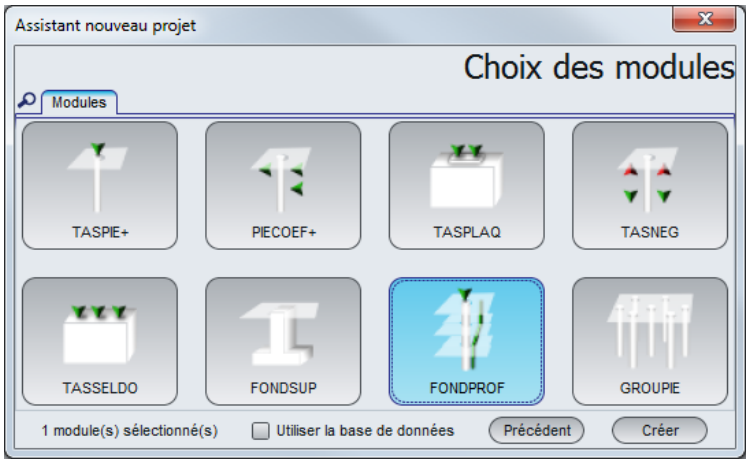
.



K.4.2.1.2. Assistant Nouveau projet : choix du module

Sélectionner le module FONDPROF, puis cliquer sur le bouton 

.



La fenêtre de saisie des données FONDPROF apparaît. Il convient à présent de compléter les différents onglets de données.

K.4.2.2. Onglet "Paramètres"

Cet onglet comporte trois cadres permettant de définir les paramètres généraux du calcul.

Cadre "Contexte de calcul" :

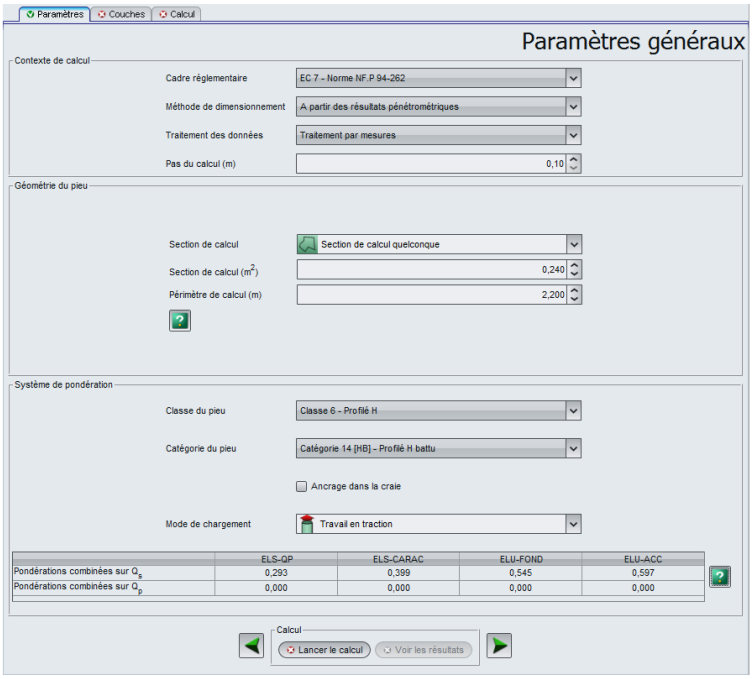
- Cadre règlementaire : EC7 – Norme NF.P 94-262 ;
- Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pénétrométriques ;
- Traitement des données : Traitement par mesures (voir l'exemple 1 pour des précisions sur ce choix) ;
- Pas de calcul (m) : 0,10.

Cadre "Géométrie du pieu" :

- Section de calcul : Section de calcul quelconque (s'agissant d'un profilé HEA 800) ;
- Section de calcul (m²) : 0,240 (on utilise l'aire complète de la section) ;
- Périmètre de calcul (m) : 2,20 (on utilise le périmètre circonscrit de la section).

Nota : la section n'interviendra pas dans le calcul pour cet exemple, puisque le pieu travaille en arrachement.

La figure d'aide 'Section de calcul' est accessible en cliquant sur le bouton (cf exemple 1).



Cadre "Système de pondération" :

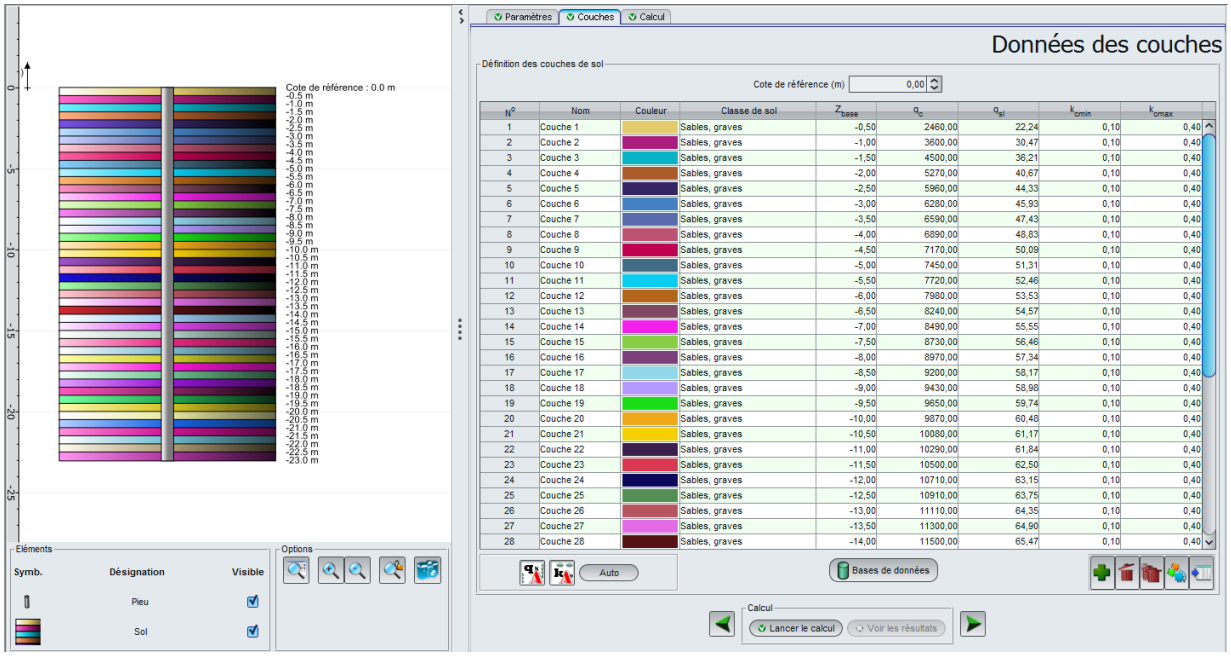
- Classe du pieu : 6 – Profilé H ;
- Catégorie du pieu : 14 [HB] – Profilé H battu ;
- Ancrage dans la craie : décoché ;
- Mode de chargement : Travail en traction.

Les pondérations combinées sur Q_s et Q_p s'affichent en bas de ce cadre (le bouton à côté du tableau permet d'afficher le détail des pondérations du projet).

Pour passer à l'onglet suivant, cliquer soit sur le nom de l'onglet 'Couches', soit sur le bouton .

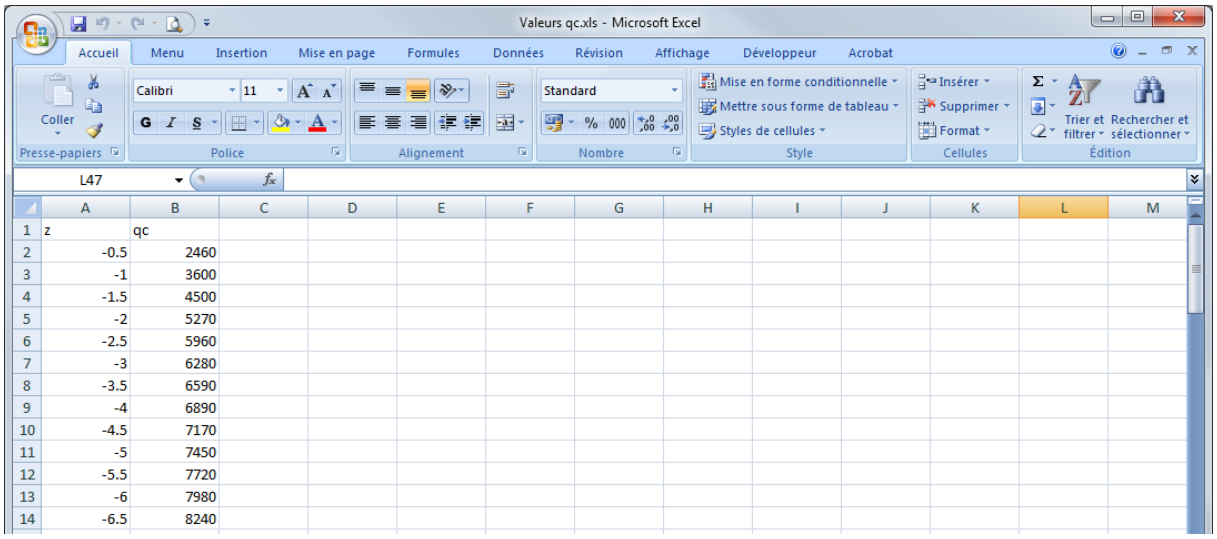
K.4.2.3. Onglet "Couches"

Cet onglet permet de définir la cote de référence et les différentes couches de sol.



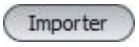
Les caractéristiques des couches sont supposées être les résultats 'bruts' des mesures CPT. Nous disposons de 46 points de mesure jusqu'à 23 m de profondeur, ce qui va nous amener à créer 46 couches de sol (dans la pratique, ce pourrait être beaucoup plus).

Nous allons importer les caractéristiques de sol (CPT) depuis une feuille Excel® 'Valeurs qc.xls' contenant ces résultats d'essais bruts : voir copie d'écran suivante.

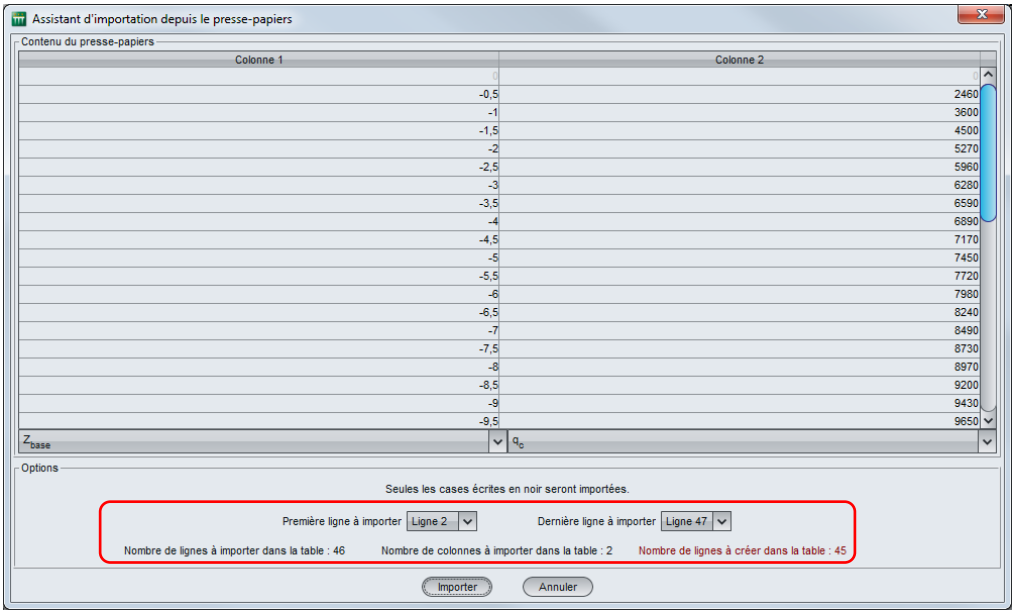


	A	B
1	z	qc
2	-0.5	2460
3	-1	3600
4	-1.5	4500
5	-2	5270
6	-2.5	5960
7	-3	6280
8	-3.5	6590
9	-4	6890
10	-4.5	7170
11	-5	7450
12	-5.5	7720
13	-6	7980
14	-6.5	8240

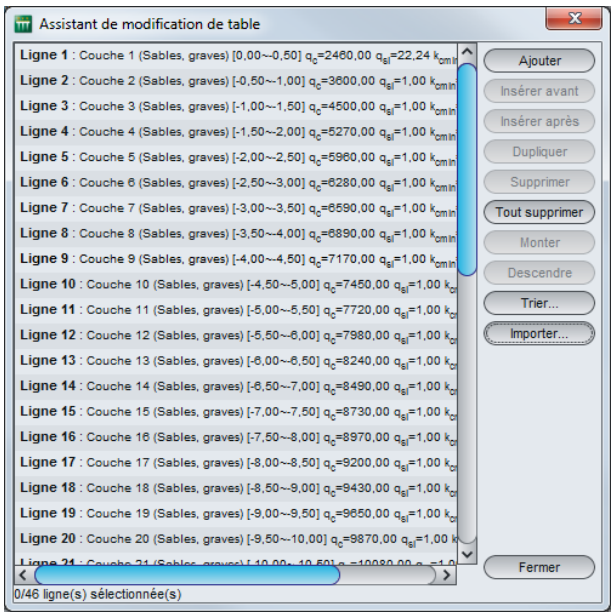
Cadre "Définition des couches de sol" :

- Indiquer la cote de référence (m) : 0,00 ;
- Pour importer les 46 « couches » de sol, nous allons procéder de la façon suivante :
  - créer la première couche de sol 'Couche 1' en cliquant sur le bouton . Indiquer la classe de sol 'Sable, graves', ce qui permettra à Fondprof de renseigner ce champ automatiquement pour toutes les autres couches de sol lors de l'import ;
  - ouvrir le fichier 'Valeurs qc.xls' (fourni à l'installation de Foxta v3, dans le répertoire Exemples - sous-répertoire Fondprof) et copier les données (pour cet exemple, copier les données de la ligne 1 à la ligne 47, et des colonnes A et B, dans le presse-papiers Windows®) ;
  - ouvrir l'assistant 'Modification de la table' et cliquer sur le bouton 

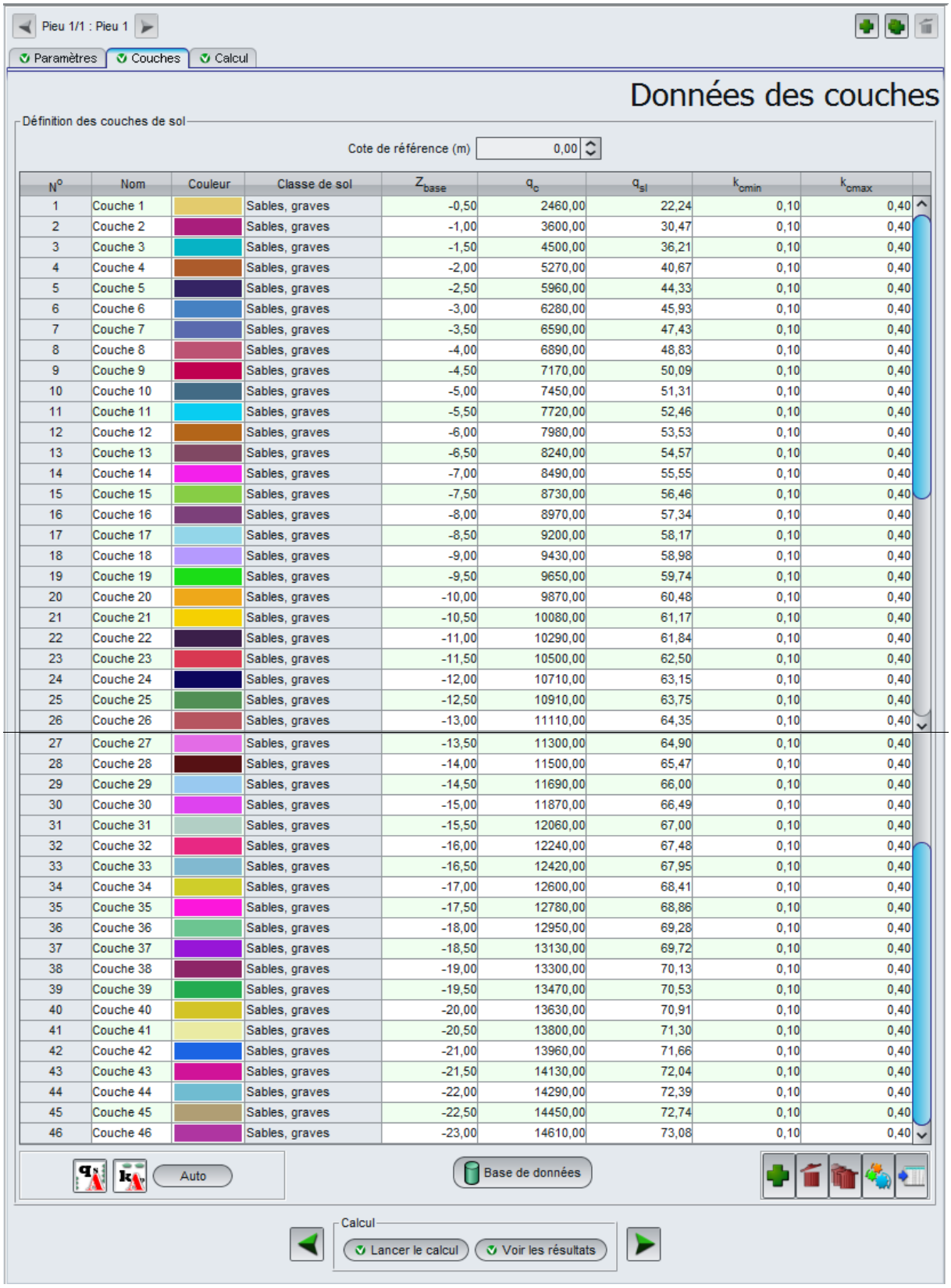
 ;
  - dans cet assistant, préciser que les lignes 2 à 47 doivent être importées. La première ligne comportant les entêtes de colonne doit être ignorée ;



➢ l'assistant de modification de la table affiche les données importées. Cliquer sur le bouton Fermer : les 46 couches de sol sont maintenant créées avec un nom par défaut, la classe de sol (copiée à partir de la première ligne), les valeurs de z_{base} et de q_c.


Assistant de modification de table
Ligne 1 : Couche 1 (Sables, graves) [0,00~-0,50] qc=2460,00 qsl=22,24 kcmi
Ligne 2 : Couche 2 (Sables, graves) [-0,50~-1,00] qc=3600,00 qsl=1,00 kcmin
Ligne 3 : Couche 3 (Sables, graves) [-1,00~-1,50] qc=4500,00 qsl=1,00 kcmin
Ligne 4 : Couche 4 (Sables, graves) [-1,50~-2,00] qc=5270,00 qsl=1,00 kcmin
Ligne 5 : Couche 5 (Sables, graves) [-2,00~-2,50] qc=5960,00 qsl=1,00 kcmin
Ligne 6 : Couche 6 (Sables, graves) [-2,50~-3,00] qc=6280,00 qsl=1,00 kcmin
Ligne 7 : Couche 7 (Sables, graves) [-3,00~-3,50] qc=6590,00 qsl=1,00 kcmin
Ligne 8 : Couche 8 (Sables, graves) [-3,50~-4,00] qc=6890,00 qsl=1,00 kcmin
Ligne 9 : Couche 9 (Sables, graves) [-4,00~-4,50] qc=7170,00 qsl=1,00 kcmin
Ligne 10 : Couche 10 (Sables, graves) [-4,50~-5,00] qc=7450,00 qsl=1,00 kc
Ligne 11 : Couche 11 (Sables, graves) [-5,00~-5,50] qc=7720,00 qsl=1,00 kc
Ligne 12 : Couche 12 (Sables, graves) [-5,50~-6,00] qc=7980,00 qsl=1,00 kc
Ligne 13 : Couche 13 (Sables, graves) [-6,00~-6,50] qc=8240,00 qsl=1,00 kc
Ligne 14 : Couche 14 (Sables, graves) [-6,50~-7,00] qc=8490,00 qsl=1,00 kc
Ligne 15 : Couche 15 (Sables, graves) [-7,00~-7,50] qc=8730,00 qsl=1,00 kc
Ligne 16 : Couche 16 (Sables, graves) [-7,50~-8,00] qc=8970,00 qsl=1,00 kc
Ligne 17 : Couche 17 (Sables, graves) [-8,00~-8,50] qc=9200,00 qsl=1,00 kc
Ligne 18 : Couche 18 (Sables, graves) [-8,50~-9,00] qc=9430,00 qsl=1,00 kc
Ligne 19 : Couche 19 (Sables, graves) [-9,00~-9,50] qc=9650,00 qsl=1,00 kc
Ligne 20 : Couche 20 (Sables, graves) [-9,50~-10,00] qc=9870,00 qsl=1,00 k
Ajouter
Insérer avant
Insérer après
Dupliquer
Supprimer
Tout supprimer
Monter
Descendre
Trier...
Importer...
Fermer
0/46 ligne(s) sélectionnée(s)

- Il convient à présent de compléter les valeurs de q_{sl}, k_{cmin} et k_{cmax} conformément au tableau ci-dessous. On peut pour cela utiliser ici l'assistant Auto, qui complètera les valeurs de q_{sl}, k_{cmin} et k_{cmax} pour toutes les couches (cf copies d'écran suivantes).



N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Z_{base}	q_c	q_{sl}	k_{cmin}	k_{cmax}
1	Couche 1		Sables, graves	-0,50	2460,00	22,24	0,10	0,40
2	Couche 2		Sables, graves	-1,00	3600,00	30,47	0,10	0,40
3	Couche 3		Sables, graves	-1,50	4500,00	36,21	0,10	0,40
4	Couche 4		Sables, graves	-2,00	5270,00	40,67	0,10	0,40
5	Couche 5		Sables, graves	-2,50	5960,00	44,33	0,10	0,40
6	Couche 6		Sables, graves	-3,00	6280,00	45,93	0,10	0,40
7	Couche 7		Sables, graves	-3,50	6590,00	47,43	0,10	0,40
8	Couche 8		Sables, graves	-4,00	6890,00	48,83	0,10	0,40
9	Couche 9		Sables, graves	-4,50	7170,00	50,09	0,10	0,40
10	Couche 10		Sables, graves	-5,00	7450,00	51,31	0,10	0,40
11	Couche 11		Sables, graves	-5,50	7720,00	52,46	0,10	0,40
12	Couche 12		Sables, graves	-6,00	7980,00	53,53	0,10	0,40
13	Couche 13		Sables, graves	-6,50	8240,00	54,57	0,10	0,40
14	Couche 14		Sables, graves	-7,00	8490,00	55,55	0,10	0,40
15	Couche 15		Sables, graves	-7,50	8730,00	56,46	0,10	0,40
16	Couche 16		Sables, graves	-8,00	8970,00	57,34	0,10	0,40
17	Couche 17		Sables, graves	-8,50	9200,00	58,17	0,10	0,40
18	Couche 18		Sables, graves	-9,00	9430,00	58,98	0,10	0,40
19	Couche 19		Sables, graves	-9,50	9650,00	59,74	0,10	0,40
20	Couche 20		Sables, graves	-10,00	9870,00	60,48	0,10	0,40
21	Couche 21		Sables, graves	-10,50	10080,00	61,17	0,10	0,40
22	Couche 22		Sables, graves	-11,00	10290,00	61,84	0,10	0,40
23	Couche 23		Sables, graves	-11,50	10500,00	62,50	0,10	0,40
24	Couche 24		Sables, graves	-12,00	10710,00	63,15	0,10	0,40
25	Couche 25		Sables, graves	-12,50	10910,00	63,75	0,10	0,40
26	Couche 26		Sables, graves	-13,00	11110,00	64,35	0,10	0,40
27	Couche 27		Sables, graves	-13,50	11300,00	64,90	0,10	0,40
28	Couche 28		Sables, graves	-14,00	11500,00	65,47	0,10	0,40
29	Couche 29		Sables, graves	-14,50	11690,00	66,00	0,10	0,40
30	Couche 30		Sables, graves	-15,00	11870,00	66,49	0,10	0,40
31	Couche 31		Sables, graves	-15,50	12060,00	67,00	0,10	0,40
32	Couche 32		Sables, graves	-16,00	12240,00	67,48	0,10	0,40
33	Couche 33		Sables, graves	-16,50	12420,00	67,95	0,10	0,40
34	Couche 34		Sables, graves	-17,00	12600,00	68,41	0,10	0,40
35	Couche 35		Sables, graves	-17,50	12780,00	68,86	0,10	0,40
36	Couche 36		Sables, graves	-18,00	12950,00	69,28	0,10	0,40
37	Couche 37		Sables, graves	-18,50	13130,00	69,72	0,10	0,40
38	Couche 38		Sables, graves	-19,00	13300,00	70,13	0,10	0,40
39	Couche 39		Sables, graves	-19,50	13470,00	70,53	0,10	0,40
40	Couche 40		Sables, graves	-20,00	13630,00	70,91	0,10	0,40
41	Couche 41		Sables, graves	-20,50	13800,00	71,30	0,10	0,40
42	Couche 42		Sables, graves	-21,00	13960,00	71,66	0,10	0,40
43	Couche 43		Sables, graves	-21,50	14130,00	72,04	0,10	0,40
44	Couche 44		Sables, graves	-22,00	14290,00	72,39	0,10	0,40
45	Couche 45		Sables, graves	-22,50	14450,00	72,74	0,10	0,40
46	Couche 46		Sables, graves	-23,00	14610,00	73,08	0,10	0,40

Les assistants q_s et k_p sont également accessibles en cliquant sur le bouton , .

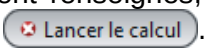
K.4.2.4. Onglet "Calcul"

Ce calcul s'effectue avec un chargement imposé en tête de 1500 kN en combinaison ELU-Fondamentale :

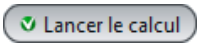
- critère de calcul : 'Charge imposée en tête' ;
- charge en tête (kN) : 1500 (en traction) ;
- critères appliqué à la combinaison : ELU-FOND.

K.4.2.5. Calculs et résultats

K.4.2.5.1. Calculs

Tant que les onglets ne sont pas tous correctement renseignés, le bouton permettant de lancer le calcul s'affiche marqué d'une croix rouge : 

.

Une fois que toutes les données sont correctement saisies, le bouton 

(accessible depuis tous les onglets) est alors actif.

Un clic sur ce bouton lancera le calcul.

Pour accéder aux résultats sous forme de tableaux et de graphiques, cliquer sur le bouton

.

K.4.2.5.2. Résultats

Résultats formatés

Options du calcul :
- calcul basé sur des paramètres issus du pénétromètre statique
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de contrainte de pointe qc défini par point de mesure
- pour pieu de catégorie : 14
- pour pieu travaillant en traction

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.293	0.399	0.545	0.597
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 0.240
Périmètre : 2.200

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	qc	qsl	kcmin	kcmax
01	-0.50	2460.0	22.24	0.10	0.40
02	-1.00	3600.0	30.47	0.10	0.40

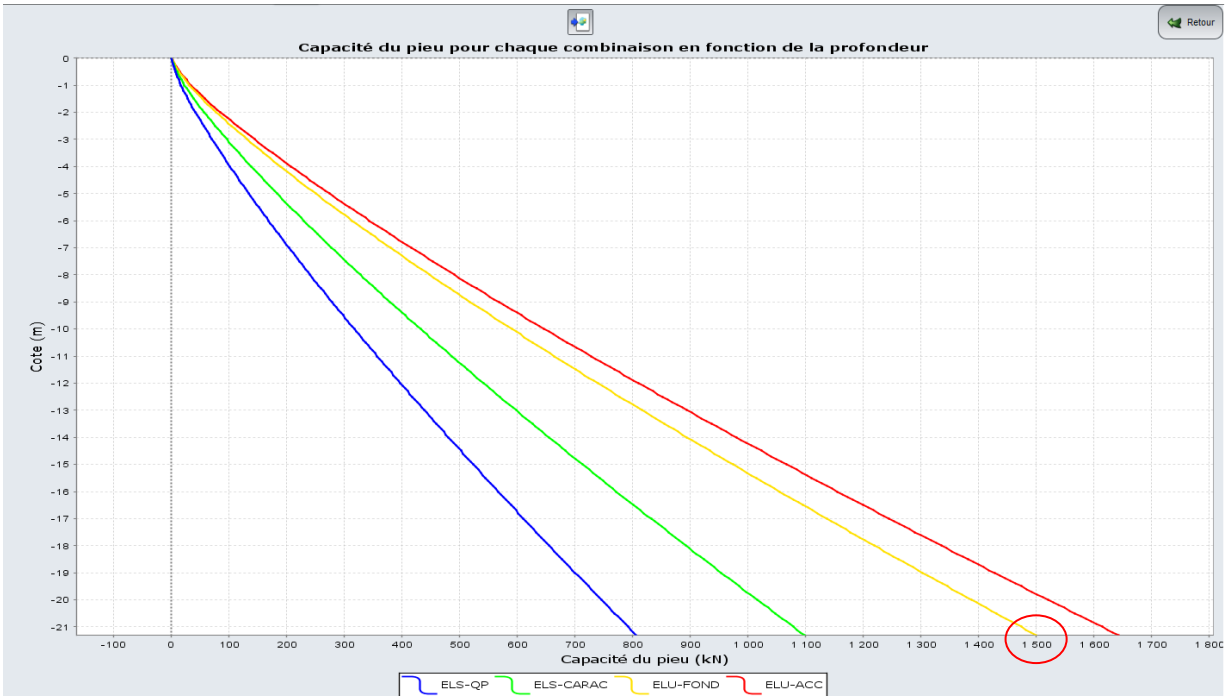
SOLUTION

Calcul à charge imposée : Q = 1500.0 vis à vis de la combinaison : ELU-FOND

couche	cote	qsl	qce	kc	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	22.24	3180.0	0.100	0.0	76.3	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.10	22.24	3267.3	0.108	4.9	84.8	1.4	2.0	2.7	2.9
01	-0.20	22.24	3353.4	0.116	9.8	93.3	2.9	3.9	5.3	5.8
01	-0.30	22.24	3438.5	0.123	14.7	101.7	4.3	5.9	8.0	8.8
01	-0.40	22.24	3522.7	0.130	19.6	110.2	5.7	7.8	10.7	11.7
01	-0.50	22.24	3606.2	0.137	24.5	118.6	7.2	9.8	13.3	14.6
01	-0.50	22.24	3606.2	0.137	24.5	118.6	7.2	9.8	13.3	14.6
02	-0.50	30.47	3988.3	0.133	24.5	127.8	7.2	9.8	13.3	14.6
02	-0.60	30.47	4072.7	0.140	31.2	136.5	9.1	12.4	17.0	18.6
02	-0.70	30.47	4155.4	0.146	37.9	145.8	11.1	15.1	20.6	22.6
02	-0.80	30.47	4236.4	0.153	44.6	155.6	13.1	17.8	24.3	26.6
02	-0.90	30.47	4316.3	0.160	51.3	166.0	15.0	20.5	27.9	30.6
02	-1.00	30.47	4395.0	0.168	58.0	177.0	17.0	23.1	31.6	34.6
02	-1.00	30.47	4395.0	0.168	58.0	177.0	17.0	23.1	31.6	34.6
03	-1.00	36.21	4850.0	0.161	58.0	187.9	17.0	23.1	31.6	34.6
03	-1.10	36.21	4921.4	0.169	65.9	199.2	19.3	26.3	35.9	39.4
03	-1.20	36.21	4988.1	0.176	73.9	210.9	21.7	29.5	40.3	44.1
03	-1.30	36.21	5051.0	0.184	81.9	223.0	24.0	32.7	44.6	48.9
03	-1.40	36.21	5110.6	0.192	89.8	235.4	26.3	35.8	49.0	53.6
03	-1.50	36.21	5167.5	0.200	97.8	248.3	28.7	39.0	53.3	58.4
03	-1.50	36.21	5167.5	0.200	97.8	248.3	28.7	39.0	53.3	58.4
04	-1.50	40.67	5540.0	0.193	97.8	257.2	28.7	39.0	53.3	58.4
04	-1.60	40.67	5588.2	0.202	106.8	270.3	31.3	42.6	58.2	63.7
04	-1.70	40.67	5634.4	0.210	115.7	283.7	33.9	46.2	63.1	69.1
04	-1.80	40.67	5678.8	0.218	124.7	297.5	36.5	49.7	67.9	74.4
04	-1.90	40.67	5721.9	0.227	133.6	311.7	39.1	53.3	72.8	79.8
04	-2.00	40.67	5763.7	0.236	142.5	326.2	41.8	56.9	77.7	85.1
04	-2.00	40.67	5763.7	0.236	142.5	326.2	41.8	56.9	77.7	85.1
05	-2.00	44.33	6056.7	0.229	142.5	333.2	41.8	56.9	77.7	85.1
05	-2.10	44.33	6091.9	0.238	152.3	348.0	44.6	60.8	83.0	90.9
05	-2.20	44.33	6126.5	0.247	162.1	363.1	47.5	64.7	88.3	96.7
05	-2.30	44.33	6160.6	0.256	171.8	378.5	50.3	68.6	93.6	102.6
05	-2.40	44.33	6194.2	0.265	181.6	394.3	53.2	72.4	98.9	108.4
05	-2.50	44.33	6227.5	0.275	191.3	410.5	56.1	76.3	104.3	114.2
05	-2.50	44.33	6227.5	0.275	191.3	410.5	56.1	76.3	104.3	114.2
06	-2.50	45.93	6431.7	0.269	191.3	415.4	56.1	76.3	104.3	114.2
06	-2.60	45.93	6462.1	0.278	201.4	431.7	59.0	80.4	109.8	120.2
06	-2.70	45.93	6492.2	0.288	211.5	448.2	62.0	84.4	115.3	126.3
06	-2.80	45.93	6522.1	0.297	221.6	464.9	64.9	88.4	120.8	132.3
06	-2.90	45.93	6551.7	0.306	231.7	481.7	67.9	92.5	126.3	138.3
06	-3.00	45.93	6581.2	0.316	241.8	498.7	70.9	96.5	131.8	144.4
06	-3.00	45.93	6581.2	0.316	241.8	498.7	70.9	96.5	131.8	144.4
07	-3.00	47.43	6735.0	0.311	241.8	502.4	70.9	96.5	131.8	144.4
07	-3.10	47.43	6763.9	0.320	252.3	519.5	73.9	100.7	137.5	150.6
07	-3.20	47.43	6792.8	0.329	262.7	536.8	77.0	104.8	143.2	156.8
07	-3.30	47.43	6821.5	0.339	273.1	554.2	80.0	109.0	148.9	163.1
40	-19.60	70.91	13731.4	0.400	2483.7	1318.2	727.7	991.0	1353.6	1482.8
40	-19.70	70.91	13747.8	0.400	2499.3	1319.8	732.3	997.2	1362.1	1492.1
40	-19.80	70.91	13764.3	0.400	2514.9	1321.4	736.9	1003.5	1370.6	1501.4
40	-19.90	70.91	13780.9	0.400	2530.5	1323.0	741.5	1009.7	1379.1	1510.7
40	-20.00	70.91	13797.5	0.400	2546.1	1324.6	746.0	1015.9	1387.7	1520.1
40	-20.00	70.91	13797.5	0.400	2546.1	1324.6	746.0	1015.9	1387.7	1520.1
41	-20.00	71.30	13880.0	0.400	2546.1	1332.5	746.0	1015.9	1387.7	1520.1
41	-20.10	71.30	13896.6	0.400	2561.8	1334.1	750.6	1022.2	1396.2	1529.4
41	-20.20	71.30	13913.2	0.400	2577.5	1335.7	755.2	1028.4	1404.7	1538.8
41	-20.30	71.30	13929.7	0.400	2593.2	1337.2	759.8	1034.7	1413.3	1548.1
41	-20.40	71.30	13946.1	0.400	2608.9	1338.8	764.4	1040.9	1421.8	1557.5
41	-20.50	71.30	13962.5	0.400	2624.6	1340.4	769.0	1047.2	1430.4	1566.9
41	-20.50	71.30	13962.5	0.400	2624.6	1340.4	769.0	1047.2	1430.4	1566.9
42	-20.50	71.66	14045.0	0.400	2624.6	1348.3	769.0	1047.2	1430.4	1566.9
42	-20.60	71.66	14061.3	0.400	2640.3	1349.9	773.6	1053.5	1439.0	1576.3
42	-20.70	71.66	14077.6	0.400	2656.1	1351.4	778.2	1059.8	1447.6	1585.7
42	-20.80	71.66	14093.8	0.400	2671.9	1353.0	782.9	1066.1	1456.2	1595.1
42	-20.90	71.66	14110.1	0.400	2687.6	1354.6	787.5	1072.4	1464.8	1604.5
42	-21.00	71.66	14126.3	0.400	2703.4	1356.1	792.1	1078.7	1473.4	1613.9
42	-21.00	71.66	14126.3	0.400	2703.4	1356.1	792.1	1078.7	1473.4	1613.9
43	-21.00	72.04	14208.3	0.400	2703.4	1364.0	792.1	1078.7	1473.4	1613.9
43	-21.10	72.04	14224.4	0.400	2719.3	1365.5	796.7	1085.0	1482.0	1623.4
43	-21.20	72.04	14240.5	0.400	2735.1	1367.1	801.4	1091.3	1490.6	1632.9
43	-21.30	72.04	14256.6	0.400	2751.0	1368.6	806.0	1097.6	1499.3	1642.3
43	-21.31	72.04	14258.0	0.400	2752.3	1368.8	806.4	1098.2	1500.0	1643.1

Dans la colonne ELU-FOND, on constate que la valeur de charge de 1500 kN en traction est atteinte à la profondeur de 21,31 m.

Courbes de portance superposées



*Edition mars 2014 - **Copyright © Foxta v3 - 2011***